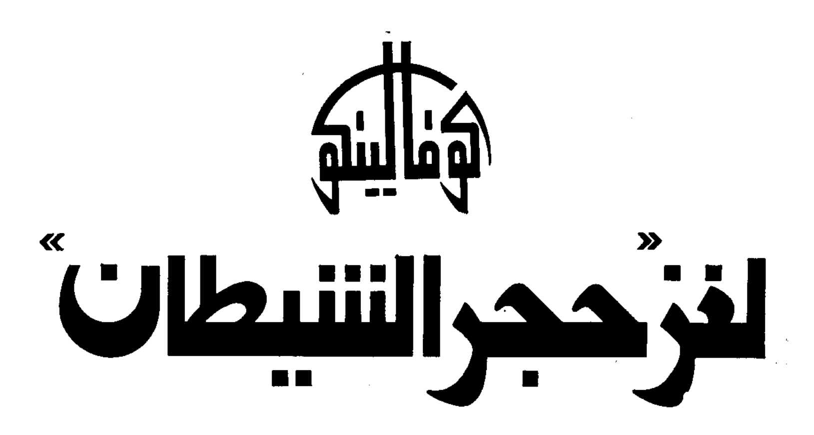

لغز حجر الشيطان





دار التقدم
موسكو

ترجمة سليم توما

А. Коваленко
ТАЙНА «ДЬЯВОЛЬСКОГО КАМНЯ»
На арабском языке

طبع في لاتحاد السوفييتي

К $\frac{1905010000-689}{014(01)-86}$ 225—87

توطئة

فى نهاية صيف عام ١٩٧٧ ضل الطريــق ثلاثة موسكوفيين بصورة لا امل فيها ، كما خيل ، فى ادغال سيبيريـــا الكثيفـــة اللامتناهية . لم يكن احد يعرف بالضبط اين حدث ذلك ، ولـــم يبحث عنهم احـــد . لقد كان باستطاعة هؤلاء الرفاق ان يتكلوا على انفسهم فقط .

هكذا بدأت التجربة العلمية للبقاء على قيد الحياة فى الادغال ، وكان كاتب هذه السطور احد المشاركين فى هذه التجربة .

كنا ندرك جيدا ان نجاح التجربة يتوقف الى حد كبير على مدى مقدرتنا فى اهتداء سواء السبيل فى الادغال . وحسب شروط التجربة لم نجتز اى تدريب خاص ، ولا احد منا كان سائحا ، ولذا فقـــد حاولنا تحديد الاتجاه فى الغابة بواسطة الاساليب التى سبق ان اطلعنا عليها ونحن على مقاعد الدراسة . ولكننا لم نصب نجاحا فى ذلك .

بعد ذلك خطرت لى فكرة محاولة صنع بوصلة . فالحاجة تدفع الى الكدح ، والضرورة الى الاكتشـــاف . ان الرغبة فى «اختراع» بوصلة لم تكن رغبة رعنـــاء طائشة : فان استخدام مجال الارض المغنطيسى ، والاجهـــزة المغنطيسية والقياسات المغنطيسية ، قد دخلت منذ زمن بعيد دائرة اهتماماتى العلمية .

فأدخلت دبوسا مقوما في قطعة صغيرة من لحاء شجرة ، ووضعتهما بكل تأن على صفحة الماء فى غطاء قدر ، – ويا لها من معجزة ! – فقد كان الدبوس ، فى كل مرة نعكر فيها هدوءه ، يسعى بكل عناد مدفوعا بقوة سحرية الى اتخاذ وضع معين !

وانا ، ابن القرن العشرين – قرن اعظم المنجزات العلمية ، بقيت جالسا مدة طويلة فى خص شبه معتم وقد صعقنى ما شاهدته ، وانا احس فى تلك الدقائق ، على الارجح ، بمشاعر شبيهة بتلك التى كان يحس بها الناس فى العصور القديمة وهم يصطدمون بالخصائص المدهشة لحجر المغنطيس . لقد تسنى لى ان اكرر واحدا من اقدم الاختراعات ! وكان ذلك اختراعا بدائيا ، ما يسمى بالبوصلة العائمة التى يبلغ عمرها مئات ، وربما آلاف السنين !

وانتهت التجربة بالتوفيق ، وعدنا الى موسكو لنغرق من جديد فى الحياة الرتيبة المألوفة . الا اننى بعد تلك الحادثة اصبت بـ«مرض» تاريخ البوصلة ، وانهمكت فى دراسة هذه المسألة . فطالعت كتبا ، وابحاثا ، ورسالات ، ومقالات ، ووثائق . . . وامعنت النظر فى المخطوطات القديمة والخرائط الباهتة اللون . وملكنى اهتمام متزايد ابدا بالابرة السحرية حقا .

من منا لا يعرف هذه الاداة العجيبة ؟

فمنذ الازمنة السحيقة تعتبر البوصلة ليس مجرد «مرشد مدهش فى الملاحة» . فقد استخدمت كذلك فى التعدين ، والطوبوغرافيا ، والجيوديزيا . . . وبدونها كانت الاكتشافات الجغرافية العظيمة مستحيلة ، وبواسطتها جرى فى حقيقة الامر اكتشاف الكرة الارضية بأسرها . والبوصلة اولدت علم مغنطيسية الارض نفسه . وبها كانت تبدأ وبها كان يختبر الكثير من الافكار الفيزيائية والنظريات والعلوم . . . لقد فتحت البوصلة امام البشرية العالم بأسره !

والبوصلة اليوم ايضا مساعد امين للانسان فى اكثر مجالات نشاطه اختلافا . وهى تحظى بمحبة جمة وشعبية لدى بحارة العالم كله . وباتت المرشد الاساسى فى الملاحة ، وتغلغلت الى الفضاء . والابرة الرائعة هى ، شأنها فى السابق ، «قلب» العديد من الاجهزة العلمية . ولا يفارق البوصلة ايضا السائح ، والجيولوجى ، والطوبوغرافى ، والصياد . . . وعنها ينشدون الاغانى . لقد غدت

كلمة «بوصلة» كلمة شائعة ، ورمزا امينا وسائقا موثوقا به فى جميع الشؤون البشرية .

ولكن الامر تطلّب قرونا وجهود الكثير من الاجيال لكى تكتسب الابرة المغنطيسية جدارة البوصلة العصرية .

بين الذين اسدوا بقسطهم فى قضية اختراع البوصلة وتحسينها والذين تغنوا بـ«موهبة التنبؤ» هذه ونشروا المعارف عنها ، نصادف اشخاصا من اكثر الاشغال والمهن تنوعا ومن مختلف الفئات الاجتماعية : القرصان الشهير والربان المغمور ، والفارس والصائغ ، والعالم والمخترع ، والرحال والمؤرخ ، والعاهل والبابا ، والفيلسوف والراهب ، والاميرال وضابط الصف البحرى ، والطبيب ، والفنان ، والمحامى ، وكاتب العقود . . .

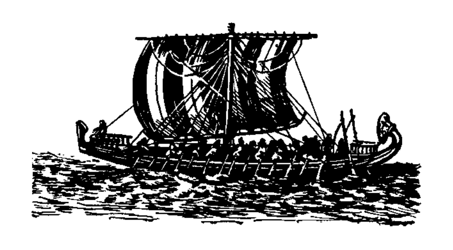
وابرز علماء القرون الوسطى والعصر الحديث تناولوا بهذه الدرجة او تلك المسائل المرتبطة بالبوصلة ومغنطيسية الارض : البرت الكبير ، روجر باكون ، ليوناردو دا فينشى ، جيرولامو كاردانو ، كولومبس ، هيلبرت ، نيوتن ، غاليليه ، كيبلير ، هالى ، كولون ، غومبولت ، بيو ، غاى-لوساك ، بواسون ، ارستيد ، امبير ، اراغو ، فاراداى ، غاوس ، وليم تومسون (اللورد كالفين) . . . وفى هذه المجموعة من الاعلام نجد اسماء علماء روس ايضا : لومونوسوف ، ايلير ، لنتس ، كوبفير ، سيمونوف ، كولونغ ، كريلوف . . .

لدى دراستى للمواد المتعلقة بالبوصلة حاولت جهدى لان اجد بادئ الامر اجوبة على الاسئلة التالية : من واين ومتى اخترع البوصلة ؟ فى البدء بدا وكأن كل شىء واضح بدرجة ما . ولكن بمقدار ما كنت اجمع مزيدا من المواد كانت اللوحة تغدو اكثر غموضا وتشوشا .

على سؤال «من اخترع البوصلة ؟» اجاب مؤلفون مختلفون فى ازمنة مختلفة : الايطاليون ، الصينيون ، العرب ، الفرنسيون ، الالمان ، الاسكندنافيون ، الانجليز ، التيبيتيون ، الفينيقيون ، اليونانيون ، السكيثيون ، قبائل الماى . . . وحددوا ازمنة مختلفة لتاريخ الاختراع : من عام ٢٦٣٤ قبل الميلاد الى عام ١٣٠٠ بعد الميلاد – فاصل زمنى يبلغ حوالى ٤٠٠٠ سنة ! ويصادف المرء فى

المطبوعات الاجوبة الغامضة نفسهـا على اسئلة اخرى بشأن تاريخ البوصلة .

لهذا السبب بالضبط ، عندما كنت اتتبّع بكل اعتنـاء حسب امكانياتى تاريخ الاختراع العظيـم ، خطرت فى بالى بشكل طبيعى تماما فكرة دعوة القـارئ الى القيام برحلة فى تاريـخ البوصلة- المعجزة ، والتحدث عن الحياة المدهشة للابرة الهادية ، عن ماضيها القديم الضائع فى ضباب الزمن ، وعن عهد نضوج البوصلة واتقانها وولادتهـا من جديد ، وعن الاساطير والوقائـع ، والمتاهـات والاكتشافات .



الفصل الاول

ربان ابن ربان

مراكب رائعة كثيرة تزدحم فى ميناء مدينة صور . سيأتى يوم ويقودها الى الشواطئ البعيدة حارثو البحار البواسل – الربابنة . والربان الارفع شأنا بينهم هو حنَنْيـــا . وهو الذى يلقبونه فى فينيقيا بأسرهـا بالربان الذى «يبلـــغ الشواطئ الاخرى بسلام وامان» . وعليه يغدق آيات التبجيل والتكريم اصحاب السفن والتجار الاغنياء ، ويأتمنونه على مراكبهم متمنين له التوفيق فى الرحلات ، ويقدمون اليه اثمن المكافآت .

فى تلك الايام النادرة ، التى كان يزور فيها عائلته (وأى بحار حقيقى يجلس على اليابسة !) ، كان ابنه أليسار يستمع بكل تعطش الى اقاصيص والده المثيرة عن بلدان وشعوب عجيبة تقع عند اطراف اوكومينا ، وعن القراصنة والشقاة ، والوحوش البحرية ، ودوامات الماء الرهيبة التى تبتلع مراكب بكاملها . . . كان أليسار ينسى كل شيء فى الدنيا وقد حملـــه خياله بعيدا بعيدا ، وراح يعيش تلك المغامرات التى عاشها والده فى يوم من الايام . واذ انتهت الرواية سأل اباه والدموع تترقرق فى عينيه :

– والدى ! لقد اصبحت انا فتيا ، فخذنى معك !! والحال انى اعرف البحر ولا ارهبه . منك علمت كيفية الاسترشاد بنجمة الشمال للسافرين ، وانت علمتنى ان اقرأ صفحات السماء وان اعرف وقت

النهار والليل ، وعلامات البحر معروفـة لدىّ . والدى ، اريد ان اصبح ربانا ! ربانا شبيها بك !

ولكن الوالد كان حازما شأنه دائما :

– يا بُنَىّ ! اى اب لا يريد سعادة ابنه الوحيد ؟ انت تعلم : لقد كان جدك ، والدى ، ربانا ، ووالد والدى كان ربانا ، وجميع رجال قومنا كانوا دائما بحـارة مشهورين وافضل ملاحى البحار . وادركوا جميع اسرار مهنتهم ، وكانوا يتوارثونها ابا عن جد . قريبا سيأتى يوم اعلـّمك فيه الشىء الكثير . انت سوف تشغل مكانى ، وسوف تصبح ربانـا ! – وربّت الوالد على كتف ابنه مشجعـا . – ولكن لا استطيع اخذك معى فى هذه المرة : فامامنـا رحلة بحرية طويلة وخطرة . والآن حان وقت الانصراف . – فتعلق به أليسار واتجها نحو الميناء الداخلى .

كان المركب البديع ، ذو المقدمة المعقوفة برشاقة وكأنها عنق طائر اليم والمزينة برسم اله ، يستلفت انتباه عابرى السبيل . وكان حننيا يطلق الاوامر على ظهر المركب وفى العنبر حيث كان يجرى رصف البضاعة على مفرش من اوراق الزيتون .

– انظر جيدا يا بنى ، – قال الوالد شارحا ، – كيف ينبغى تحميل السفينة . تذكّر : ليس فى مهنتنا توافه . فنحن ، القباطنة والربابنة ، اذ نصعد الى ظهر السفينة ، نربط كل حياتنا ومصيرنا بها . فاذا هى أُنقذت أُنقذنا نحن ؛ واذا هلكت هلكنا معها .

فى الصباح الباكر اخذ عشرون جذافا ، عشرة من كل ناحية ، دفعة واحدة يجذفون بقوة ، وانطلقت اغنية صدّاحة من حناجرهم ، واذا بالمركب يتحرك ببطء ، ككائـن مزمجر ضخم ذى عدة ايد ، باتجاه المخرج من الميناء .

لم يلاحظ احد كيف ان شخصا اندس الى العنبر كالظل ، عندما بدأ طاقم السفينة لتوه بالتجمع ، واختبـأ فى زاوية بعيدة مملوءة بالاباريق .

من قمم جبال لبنان اخذ ينبلج الفجر ، وراح الشاطئ يبتعد ذائبا شيئا فشيئـا فى دخان ازرق . وهبّ نسيم منعش . وعند مؤخرة السفينة كان حننيا يصلى بحرارة وهو يمد يديه الى السماء والبحر .

في هذه اللحظة سمعت من العنبر فجأة صرخات مدويه ، واذا بالبحار الذي كان هناك يخرج الى سطح السفينة صبيا ذاهلا ، ودفعه الى قدمي حننيا .

– اعذرني ، انا مذنب ، – قال الصبي وهو يبلع دموعه ويرتبك في الكلام – ، لم استطع ان ابقى هناك . . . لقد اردت السفر معك .

وجمد الجميع من الدهشة : لقد كان هذا الصبي ابن الربان .
ولزم الوالد الصمت لا يدري من فرط الاضطراب كيف يتصرف .
ودمدم البحارة والتجار :

– انه فأل سيئ الرجوع الى الميناء لدى بدء سفرة بعيدة . . . فليبقَ ، انه لا يزعجنا .

– هكذا فليكن . ان ذلك يروق للاله على ما يبدو . ستبقى معنا ، يا بني !

ابتداء من هذه الساعة اصبح الابن يتبع الاب في كل مكان .

كانت السفينة تندفع نحو الشمال راضخة للريح المؤاتية والتيار . وعند المساء اذا بالشاطئ ، الذي كان يتراءى دائما تقريبا من الجهة اليمنى ، يختفي نهائيا . وراح حننيا يحدق النظر في البحر تارة من الجانب الايمن وتارة من الجانب الايسر ، متنقلا من مؤخرة السفينة الى مقدمتها ذهابا وايابا . وغابت الشمس الارجوانية خلف الافق عندما امر الربان بتحويل وجهة الشراع ومجذاف القيادة ، والسير باتجاه الغروب .

– انت ساحر ، يا ابي ! فمن اين تعرف متى والى اين ينبغي الانحراف بدون رؤية السواحل ؟ – قال الابن مندهشا .

– يا بنيّ ! ليس في ذلك شيء خارق للعادة . فالبحر الفينيقي بالنسبة للربان المحنك هو بيته . في هذه الطريق قدت سفنا غير مرة ، وعليها علامات كثيرة . اسمع واصغ : عند مدينة جبيل يصب نهر ابراهيم في البحر . وبعد امطار غزيرة تصبغ مياهه ، الغنية بالطمي الضارب الى الحمرة ، مياه البحر حتى مسافة بعيدة .

فهتف الابن مسرورا :

– لقد فهمت ! نحن الآن على مقربة من جبيل ! انا ايضا لاحظت تغير لون الماء ، ولكنني ظننت ان ذلك من جراء الشمس الغاربة .

وها هم يسيرون منذ يومين فى خط جديد بعد ان غابت الارض عنهم . وذات مرة كان حننيـــا واقفا عند الحاجز المجدول للجانب الايمن وخاطب ابنه بقوله :

— أترَ هناك ، الى الامام ، طيورا تحوّم فوق الميـــاه ؟ ان اعشاشها فى مكان ما قريب على الارجح .

— اجل ، وهناك طائر نورس ! — لاحظ الابن فى الحـال . — انظر ، ان فى منقاره سمكـة . والدى ! لقد حزرت : ان الشاطئ هناك ، الى حيث يطير النورس . انه يطير لاجل اطعام فراخه !

— عافاك الله ، يا صبى ! انك قوى الملاحظة وتحرز نجاحات . انا مسرور منك .

وفى الحال خرج من الكابينة المثبتة فى مقدمة السفينة البحار المراقب واطلق صيحة طال انتظارها :

— ارض ! عن اليمين ارض !

كانت تلك جزيرة قبرص المعروفة جيدا لدى التجار الفينيقيين . ولكنهم كانوا فى هذه المرة على عجلة من امرهم فطلبوا من الربان ان لا يعرج عليها .

وفكر حننيا طويلا ووزن الامور وهو يختار الطريق . فان للابحار من صور باتجاه اعمدة ملقارت * فى الطريق الجنوبية بمحاذاة سواحل ليبيا ** ، كما يفضل اكثرية الربابنـة ، افضليات كثيرة . فمن السهل على الربان ، اذا سيّر سفينته قريبا من الشاطئ ، ان يعرف مكان وجودها وان يوجه خط السير ؛ ويمكن دائما الرسو للتريث حتى انتهاء العاصفة ، واصلاح الثقوب وايقاف تسرب المياه ، وسد النقص فى احتياطيات المأكولات والمياه العذبة . ولكن هذه الطريق خطرة : فان المياه الضحلة قرب الساحل تخفى اماكن قليلة الغور غادرة واحجارا غائصة . والهموم اليقظة والاهتمـام المتوتر ترهق الربابنة . وبغية تحاشى المصائب لا يسيرون هنا فى الليالى بـل يلقون المراسى . والتوقفات المتكررة ، والامتداد الطويل للساحل الليبى المتعرج ، فضلا عن التيار المقابل عند سواحل مصر ، كانت تجعل هذه الطريق مديدة الزمن .

* صخور مضيق جبل طارق .

** هكذا كان الاقدمون يسمون افريقيا .

وفى عرض البحر ، على العكس من ذلك ، يكون من الاصعب على الربان اتباع خط السير ولا مكـــان يحتمى فيه من الريح العاتية والامواج الرهيبة ، ولكن الطريق فيه مستقيمة واقصر بثلاث مرات .

لهذا بالضبط اختــار حننيــا المحنك والشجاع هذه الطريق بالذات .

طوال عدة ايام كان الشراع لا يزال ممتلئا بالريح المؤاتية ، ولكن بعد ذلك توقفت الريح تمامــا . وتحت ايقاع الطبل الرتيب ضرب المجذفون بمجاذيفهم سوية صفحة البحر الراكدة وراحت السفينة تتقدم الى الامام شيئا فشيئا . وبقيت السماء خالية من الغيوم نهارا وليلا ، وراح حننيا وقد خلت همومه يطلع ابنه على اسرار السماء المرصعة بالنجوم ويعلّمه كيف يجد بسرعة النجوم ومجموعات النجوم والكواكب الضرورية للملاحين ، ويشرح له كيف يمكن ، وفقا لوضعها فى قبة السماء ولغروبها وشروقهــا ، معرفة اوقات الليل وفصول السنة والتنبؤ بالرياح والطقس . . .

هكذا مر زمن طويل . واخذت احتياطيــات المأكولات الطازجة تنفد ، وقوى المجذفين تخور ، وتملّكت ضعفـــاء الايمان مشاعر قلقة . وذات مرة بعد الظهر اذا بحننيا يعلن موجها كلامه الى الركاب والطاقم :

– صلّوا لالهة البحارة ! لسوف يحدث هذا غدا ! فلن تفلح الشمس فى الاختفاء خلف الافق حتى ترون الارض المرغوبة !

ثم امسك بيد ابنه الذى لم يحوّل عينيه المفعمتين بالاعجاب عن والده ، واجلسه الى جانبه تحت السقيفة فى مؤخرة السفينة :

– اصغ بانتباه ، يا بنىّ ، ولسوف تفهم . اذا كنت تظن ان على الربان ان يعرف فقط علامات الطريق المرئية فانت على ضلال . فالربان المحنك لا يشعر بادنى صعوبة فى اهتداء السبيل لانه ايضا يحفظ فى ذاكرته المسافــات بين الاراضى والسواحل والموانئ ، ويملك ذاكرة قوية ، وانتباها مرهفا ، وعينا ثاقبة ، وسمعا حادا ، وحاسة شم دقيقة . . . ويجب عليه ان لا ينسى ابدا الصلاة للآلهة ، آلهته هو وآلهــة البلد الذى ينزل فيه . وعند ذلك لا يفارقــه التوفيق .

واستطرد حننيا :

– غدا سيظهر لنا ساحل كريت . وقد تسأل كيف عرفت ذلك ؟ آه ، ان ذلك ليس بالامر السهل ! الواقع ان المسافة بين جزيرتى قبرص وكريت معروفة جيدا لدى البحارة . لقد كنا نسير باتجاه كريت محافظين بدقة على خط السير ، وكنت انـــا اعاين سرعة السير . . .

– وكيف معرفة هذه السرعة ؟ – سأل التلميذ الفارغ الصبر .

– المسألة سهلة . ترمى شطفة من مقدمة السفينة وترى بأية سرعة تصل الى المؤخرة .

– ولكنك ، يا ابتى ، لم تفعل ذلك ولا مرة ! – قال أليسار منفعلا .

– صحيح . فالبحار المجرب يكفيـــه فقط ان يلقى نظرة على الزبد المتحرك عند الجانب المعرض للريح لكى يعرف كم هى سرعة السفينة . – وشعتّت فى عينى الابن علائــم الدهشة والاعجاب . – اذن ، فاذا كنت تعلم طول الطريق والسرعة فلا يصعب تحديد مدة الملاحة . ووفق حساباتى ينبغى علينا ان نبلغ الهدف . والآن ، انظر الى هناك ، – واشار حننيــــا بيده الى الامام فى اتجاه جسم السفينة ، – أتلاحظ هناك شيئا ما يذكر ؟

ولكن ، رغم محاولات ابن الربان التحديق فى الافق البعيد لم يستطع اكتشاف شيء فى ضباب الظهيرة الذى غمر الافق .

– لا تتكدر يا صبى ! فالعين المجربـــة فقط للملاح القوى الملاحظة تستطيع ان ترى فوق الافق المكفهر غيمـــة تولد لتوها – انها احدى علائم اليابسة القريبة . اننى اشعر الآن بحدوث تغيرات فى الماء وفى الهواء . لم يبق لنا ان ننتظر سوى مدة قليلة .

حدث كل شيء كما تنبأ الربان . كان الصباح مغشى بالضباب . وفى مكان ما غير بعيد كانت بالكاد تسمع صيحات طيور مختلفة . ان البحارة يعرفون ان الطيور البحرية لا تصيح اثناء التحليق بل على الارض فقط : اغلب الظن ان الساحل قريب .

– يا والدى ! انظر ! – كان أليسار اول من لاحظ طائرا ما ظهر فجأة على مقربة من السفينة فوق سطح الماء مباشرة . – هذا هو دليلنا !

– انت تخطىٔ الآن ، يا ولدى ! فعند الفجر تبتعد الطيور عن

الشاطئ الى عرض البحر لكى تصطاد السمك . وعند الغسق فقط يمكنها ان تدل على الاتجاه نحو الارض عندما تعود الى اعشاشها وهى تحلق عاليا وبسرعة وفى خط مستقيم .

بعد قليل اصبح بالامكان التقاط انفاس النسيم المقابل . فقد جلب معه باقة من الروائح الجديدة التى لا يستطيع البحر ان يفوح بها . وكانت تتخللهـــا روائح الارض القريبة ، المعروفـــة جيدا والمرغوبة كثيرا لدى الرحالة : روائـــح اشجار الزيتون والسرو اللاذعة برقة ، والمانوليا والخزامى المسكرة ، وأريج الازهـــار والاعشاب البرية ، وفى البعيد كانت تتلبد الغيوم بلون داكن ، وسرعان ما غطت الافق اشرطة بنفسجية كثيفة من المطر ، وعندما انقشع الجو وبان الافق اخذت تتراءى ، بشكل غير واضح تمامـا بعد ، معالم الساحل الذى طال انتظاره .

-تذكّر ، يا بنىّ ، - قال الربان بلهجة المعلم . - ان تغير روائح الماء والهواء ، وسقوط المطر بعد طقس جاف مديد ، هما بشير الارض . . .

مكث البحارة المرهقون عدة ايام فى موانئ كريت الجنوبية . فتاجر التجار واستعاد الطاقم قواه : ان طريقا صعبة تنتظرهم .

وها ان السفينة السريعة تندفع من جديد الى امام - نحو شواطئ ليبيا - ، تستحثها الريح الملائمة التى تمنحها آلهة البحارة . وكان الربان ، شأنه سابقا ، يسيّرها صوب الغرب مستهديا فى الليل بالنجوم وفى النهار بالشمس وبحركة الغيوم وبتلك العلامات التى يعرفها هو وحده . كانوا يسيرون بالشراع هنا وبالمجاذيف هناك ؛ وتحول الهلال النحيف الى قمر بدر اخذ يتقلص ويشرف على الغياب ، ولكن البحر لم ينته . واينما تسرّح بنظرك فماء فقط ولا شيء سوى الماء . . . وخيل ان البحر آخذ فى التلاشى : فقد اختفت الاسماك ، ولم تعد الطيور منذ زمن بعيد تظهـــر فى الافق ، وكان يمكن ان يخيل للمرء ان كل ما هو حى غادر هذا المكان . «أقد تكون السفينة وصلت الى آخر الدنيا فى الواقع ؟ » - فكر أليسار ، ونظر كيف كانت الامواج الثقيلة تقترب ببطء من السفينة .

- لقد بلغنا وسط البحر الداخلى ، - قال حننيا قاطعا حبل افكار ابنه .

واخذت تتكرر اكثر فاكثر اوامر الربان بالتوقف وبربط حجر ثقيل بحبل طويل ومتين ورميه فى الماء . فى بادئ الامر لم يكن الحجر يبلغ قاع البحر ، وذات مرة طفت ابتسامة على وجه حننيا العابس الذى جففته الرياح المالحة والشمس :

– تشجعوا واغتبطوا ! لقد غادرنا المياه العميقة ، وامامنا طريق معروفة ، وقريبا سنبلغ الشاطئ اذا شملتنا الآلهة برحمتها .

بين الفينة والفينة اخذت تظهر فى الماء اعشاب بحرية واغصان . ان كل شىء كان ينبئ بان الشاطىء قريب . ولكن الآلهة احتدمت غيظا ، فأخذ الطقس يتردى والبحر يهيج . وصلى حننيا بكل حرارة ، ولكنه لم يعد يعلم الى اين يبحر . وعندها التقط غرابا من القفص واطلق سراحه . وبعد ان حوّم الطائر حول السفينة بلغ الارتفاع المطلوب ، واذ رأى ارضا حلق باتجاهها . وفى الحال وجه الربان السفينة فى اتجاه التحليق . واذ ضل الطريق مرتين اخريين اطلق غرابين قاداه ، اخيرا ، الى سواحل ليبيا الرغيدة .

مرت ايام وليال غير قليلة واذا بالسفينة ، وقد اصابها البلى بشكل ملحوظ ولفحتها الرياح وامواج البحر ، تقلع ماخرة مياه البحر . هذه المرة كان الفينيقيون يحثون السير نحو موطنهم .

وجه حننيا السفينة ، المثقلة بحمل غنى ، فى عرض البحر باتجاه مصر مباشرة حيث سيجرفها تيار سريع وتصل بسرعة الى البلاد . لقد كان يدرك ان الابحار بمحاذاة الشاطئ اقل عرضة للخطر ، أفليست الشجاعة أ'م الملاحة ، وأليس البحار الحقيقى مليئا بالتصميم والبسالة ؟ لقد كان الربان الماهر والخبير بقيادة السفن يأمل بالتوفيق .

ولكن الحقيقة تقول : الناس يأملون والآلهة يحكمون . واذا باعصار رهيب يرفع الامواج العنيفة التى اخذت ترمى بنفسها بضجيج فظيع على السفينة التى خيل انها تارة تطير الى السماء وتارة تغطس الى القاع . كان كل شىء من حولها يغلى ويئن ويهتز ويتداعى .

بغية تحاشى الهلاك امر حننيا :

– ارموا الحمولة الى البحر ! – فرمى التجار بضائعهم بأيديهم .

ولكن الآلهة كانت رحيمة . فهدأت العاصفة وعندما صفا الجو بان ساحل صخرى على قاب قوسين . ولكن ، يا للاسف ! فهو لم

يكن شبيها بالارض المصرية الى حيث كان البحارة يسعون . لقد كان ذلك الساحل الشمالى من جزيرة كريت .

وولول التجار :

– يا لمصيبتنا ! لقد اعطينا البحر الكثير من بضائعنا واصبحنا مفلسين تقريبا ! فلا عودة لنا الى ديارنا ! وطلبوا من حننيا قائلين : ايها الربان ، عندما سنصلح السفينة ، اتجه بنا الى الشمال ، فنمنحك مكافأة ثمينة ! يقال ان هناك يوجد عبيد وفرو وقمح رخيصو الثمن .

وها ان الرحالة يدخلون بحر ايجه الذى يعرفونه جيدا . وهو ليس موحشا كسائر البحار ، ولا يخيف البحارة بلاحدوديته . ثم اجتازوا جزيرتى هيليسبونت وبروبونتيدا والبوسفور ، ودخلوا بونت الاكسينى .

وسأل أليسار وقد اثارت اهتمامه لفافة متدلية من سفط حننيا :

– قل لي يا والدى ، عما يتحدث هذا الكتاب ؟

– عما هذا الكتاب ؟ – كرر حننيا سؤال ابنه . – آه ، انه كتاب غير عادى ! انه كنز حكمة الرحالة وذخيرتهم الرئيسية ومفتاح النجاح . يسمونه الطواف البحرى . فالباحث يجد فيه وصفا للطرقات البحرية : المسافات ، الجزر والسواحل ، علامات الطريق الموصلة اليها ، سكانها وتجارتها ؛ والموانئ والخلجان والمواقف الملائمة ، والمداخل والمخارج ؛ والتيارات والرواهى ، والمد والجزر ؛ والاماكن الضحلة الخطرة والاحجار الغائصة . . . فالقبطان والملاح المحنكان ملزمان باقتناء كتاب كهذا . ويجب عليهما ان يسجلا فيه المعارف المكتسبة فى الرحلات الجديدة لكى يخففا مشاغلهما فى المستقبل .

وتواصلت الرحلة البحرية . وزار الرحالة اولفيا ، وعادوا الى بحر ايجه ، وعرجوا على بيريه ، وبعد ذلك اتجهوا نحو شواطئ مصر بعد ان التفوا حول الرأس الشرقى من جزيرة كريت . وكان التجار يتاجرون فى كل مكان بربح كبير ، اما الربان فكان يقود السفينة بثقة فى طرقات مأمونة مستفيدا من كتابه . ومن جديد راح حننيا يحدق فى السماء وفى البحر ، وغالبا ما يرمى حجرا الى القاع ويجرب طعم الماء مفسرا لابنه التغيرات الطارئة :

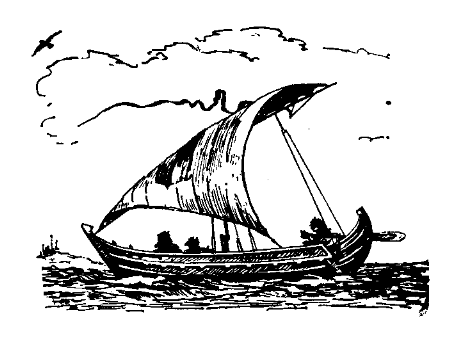
– طالما ان البحر اصبح غير عميق ، والقاع طاميا ، والماء هنا له

لون وملوحة آخرين . وهناك ، انظر ، يبدو ان غصن سرو يطفو ! فلا يمكن ان يكون ثمة اية شك فى ان نهر النيل العظيم قريب !

اندفعت السفينة ، وقد اسرها تيار سريع ، نحو الشرق بعض الوقت ايضا ، وعندما برزت من الماء مرة عند الفجر قطعة بيضاء من الارض هتف الجميع :

– وطننا ! فينيقيا !!!

فشكر التجار الربان ووجهوا صلواتهم بالاجماع الى الآلهة . فى ذلك اليوم خلدت السفينة المتعبة ، التى كانت غير مرة لعبة للريح والامواج ، الى السكون اذ القت مرساتها فى ميناء صور الحبيب . . .



الفصل الثانى

بوصلات حية ، بوصلات غير حية

يحق للقارئ المدقق ان يسأل عما اذا كان فى هذه الرواية الكثير من نسج الخيال . نحن ، بطبيعة الحال ، لا نعرف اسماء مشاهير الملاحين الفينيقيين . وشخصيتا حننيا وأليسار هما ، بالطبع ، من نسج الخيال ، شأنهما ايضا شأن خط سير الملاحة المذكور التى قام بها بطلا الرواية فى رحاب البحر المتوسط وبحر ايجه والبحر الاسود ، رغم ان خط سير كهذا محتمل تماما . فمن المعلوم فى واقع الامر ان الفينيقيين كانوا ، عند ذلك الزمن الذى يدور حوله الكلام اى الى ٢٦ قرنا خلت ، قد جابوا جميع البحار المعروفة آنذاك طولا وعرضا كما يقال ، وكانوا يعتبرون افضل الملاحين .

والرواية عن الفينيقيين قد احتجنا لها بالضبط لكى نبين كيف كان القدماء يهتدون السبيل بدون بوصلة مغنطيسية فى تلك الازمنة السحيقة فى القِدَم ، اى قبل حوالى الفى سنة من بدء استخدامها فى كل مكان بدرجة ما ، وما الذى كان يرشد طريقهم ، واية علامات للطرق البحرية كانت تساعدهم فى الرحلات البحرية البعيدة .

ان آمن «بوصلة» للبحارة كانت فى بداية الامر الساحل المرئى . وحتى فى ذلك الوقت الذى اصبحت فيه البوصلة المغنطيسية والخرائط فى حوزة الجميع كان بعض البحارة يفضلون ، شأنهم

سابقا ، التمسك بالساحل المنقذ . «انهم ، اذ يتشبثون بالشاطئ ، لا يرغبون حتى فى التعرف على الخريطة او الابرة» ، – هكذا قال عنهم بلهجة معاتبة فى القرن الخامس عشر هنريخ الملاح .

وفى زمن مبكر جدا غدت العلامات الساحلية الخاصة – المنارات – ايضا مرشدة امينة للبحارة . فى البدء كانت عبارة عن شعلات من النار يضرمها الحراس فى اماكن مرتفعة ، وفيما بعد قلاع اصطناعية مزودة باشارات نارية . لقد كانت المنارات فى الماضى السحيق تعمل ليس فقط «لخير المبحرين» بل كانت ايضا ضربا من الاتاوة للآلهة حارسة البحارة . ولهذا السبب كانت تشاد عند شاطئ البحر انصاب فاخرة تدهش بروعة فنها المعمارى المغالى فى تزويقه . واشهر منارة بين منارات العصر القديـــم – احدى «عجائب الدنيا السبع» – هى المنارة القائمة فى جزيرة فاروس قرب الاسكندريـــة . فتحت قبة مبناها البالغ ارتفاعه ١٢٠ مترا المزدان بتماثيل من المرمر والبرونز والمتوج بتمثال من ٧ امتار لاله البحر بوسيدون ، كانت تضطرم شعلة ينعكس لهيبها على مرايا معدنيـــة فيدل البحارة من بعيد على الطريق الى المدينة . ومن بين اقدم المنارات منارة تقع فى الميناء الاسبانى لا كورونيـــا . فقد سبق ان بناها الفينيقيون منذ حوالى الفى سنة قبل الميلاد . وهى لا تزال حتى الآن ، بعد اعادة ترميمها ، تخدم البحارة . وعند العرب ، وهم ملاحون مشهورون فى العصور القديمة ، كانت منارات فريدة فى نوعها حتى . . . المنارات الجوامع القائمة على الساحل . ومن المعلوم ان كلمة «منارة» فى اللغة العربية يعود اصلها الى كلمة «نور» . ومن المستبعد ان يكون ذلك مجرد صدفة .

ليس من السهل الاجابة عن السؤال المتعلق بالزمن الذى تعلـّم فيه الرحالة ايجاد الطريق فى عرض البحر حيث يكف الشاطئ عن ان يكون مرشدا لهم . واغلب الظن ان ذلك حدث عند فجر الملاحة البحرية ايضا . وعند ذلك ايضا ، على ما يبدو ، كانوا بادئ الامر يستنجدون بالسماء .

فما الذى كانت تعنيه السماء ، مثلا ، بالنسبة لساكن بلاد ما بين النهرين او مصر او اليونان القديمة ؟ ويحك ! ففيها كانت تسكن الآلهة ، وهى التى كانت تمطر الارض بالهناءات والمصائب ، وتتكهن

بالطقس والمصائر ، وتنبئ بزمن الزرع والحصاد ، وبهـــا كانوا يحسبون اوقات النهار والليل ويحددون جهات الدنيا . اجل ، لقد كانت السماء بالنسبة للاقدمين تقويما وساعة وبوصلة فى آن واحد !

كان الفينيقيـــون اول من بدأ الاسترشاد بالنجوم فى عرض البحر . لهذا بالضبط اطلق الاغارقة على نجمة القطب تسمية النجمة الفينيقية او الصيداوية (حسب اسم صيدا ، احدى المدن الرئيسية فى فينيقيا) . وهذه النجمـــة ، المرشد الرئيسى فى الملاحة ، هى والحق يقال اكثر النجوم تقديرا وتبجيلا لدى جميع البحارة فى كافة العصور . وكان البحارة الروس الاقدمون يدعونها بحفاوة «نجـــم العالم» .

بلغ علم قراءة السماء مستوى عاليا بشكل خاص فى شبه الجزيرة العربية . الطائر ، الدبران ، ذنب الحيـــــة ، آخرنار ، السهيل ، حمل . . . يستفاد من حساب العلماء ان ٨٠٪ من النجـوم الساطعة تحمل اسماء عربية الاصل – تلك شهادة بالغة على قدرات العرب البارزة فى «اهتداء السبيل بالنجوم» . واهمية النجوم ، بوصفهـــا مرشدة فى الليل ، يجرى التأكيد عليها حتى فى القرآن الكريـم : «وهو الذى جعل لكم النجوم لتهتدوا بهـــا فى ظلمات البر والبحر» (سورة الانعام ، الآية ٩٧) ، او : «وعلامات وبالنجم هم يهتدون» (سورة النحل ، الآية ١٦) .

ومنذ الازمنة القديمـــة اصبحت الطيور ايضا تساعد البحارة القدماء . فقد لوحظ منذ بضعة آلاف السنين قبل الميلاد ان الحمائم والسنونو تهتدى اهتداء رائعـــا اثناء الطريق وتجد سبيلهـــا الى اعشاشها بطريقة يصعب ادراكها . واصبح البحارة يأخذونها معهـم فى الاسفار البحرية ، وكانوا يستخدمونها فيها سواء كسعاة بريد مجنحة تحمل الى شواطئ الاوطان اخبارا طال انتظارها ام كـ«بوصلات طائرة» تدل بتحليقها على الاتجاه صوب اقرب يابسة .

ونجد فى الاسطورة عن الطوفان الكونى اول ذكر عن استخدام الطيور فى دور ملاّحة .

لقد كان البحارة فى كل مكان وزمان يقدرون «المرشد الطائر» الى الارض .

واذا كان قد لا يجوز بعد تصديق الحكايات الاسطورية كليا عن

استخدام الطيور فى اقدم الازمنة ، فلا مجال للتشكيك فى صحة اخبار العالم الطبيعى الرومانى الشهير بلينوس الاكبر (٢٣-٧٩ بعد الميلاد) . فهو يروى ، على سبيل المثال ، كيف كان الملاحون يهتدون السبيل على مقربة من سيلان فى حوالى عام ٣٠٠ قبل الميلاد . فالدب الاكبر هنا غير مرئى ، والاهتداء بالنجوم امر معقد . لذا فقد كان من عادة البحارة ان يأخذوا معهم على السفينة طيورا يطلقونها من حين لآخر ، ومن ثم يقتفون اثر تحليقها الى الشاطئ .

وكان العالم الروسى الكبير من القرن الثامن عشر ميخائيل لومونوسوف يولى اهتماما جديا «للبوصلة الطائرة» . فاذ كان يبحر مع والده فى البحر الابيض وبحر بارنتس بات منذ شبابه متضلعا كبيرا بالملاحة .

وبعد صدور امر الامبراطورية الروسية كاترينا الثانية بصدد تنظيم بعثة المحيط الشمالى الى كامتشاتكا وضع لومونوسوف «التعليمات النموذجية لضباط القيادة البحريين المتوجهين الى البحث عن الطريق الى الشرق عبر المحيط السيبيرى الشمالى» حيث يرسم بشكل ملموس كيفية استخدام الطيور فى الملاحة .

اجل ، ان «البوصلات» الغرابية والحمامية ، التى كان البحارة يأخذونها معهم الى السفينة ، كانت تقدم لهم خدمات لا تقدر بثمن . ولكن الادلاء الطائرة ، الطليقة السراح ، كانت تجلب فائدة لا تقل عن تلك . فمن قديم الزمان بدأ الملاحون شديدو الملاحظة يعاينون اية طيور وعلى اية مسافة تبتعد عن اليابسة ، وفى اية مناطق تتلاقى ، ومتى وفى اية اتجاهات تقوم بتحليقاتها ، وكيفية سلوكها اثناء التحليق . . .

فكم من البحارة انقذت حياتهم هذه البوصلات «الحية» بانبائها عن قرب الوصول الى الشاطئ الذى انتظروه بفارغ الصبر ، وكم من الجزر والاراضى ساعدتهم هذه «البوصلات» على اكتشافها !

كيف تعرف الطيور الى اين ينبغى التحليق ؟ وكيف مركّبة هذه «البوصلة الحية» ؟

من البديهى ان الطيور ترى من العلو الشاهق اكثر بكثير مما يرى عابر السبيل من على سطح الارض او الشخص الناظر الى الامام من علو عش غراب يقع على اعلى سارية فى السفينة ، وباستطاعتها

ان تنبئ بطيرانها عن الاتجاه الى الهدف . ولكن كيف تهتدى سبيلها وسط الجو الغائم ، والضباب ، واثناء الليل ، وتجد طريقها اذا كان الهدف بعيدا ولا يناله البصر حتى فى الطقس الجيد عندمـــا تكون الرؤيا ممتازة جدا ؟ وكيف تميز جهات الدنيا ؟ . . ان العلماء يبحثون عن اجوبة على هذه الاسئلة بكل اصرار وعناد منذ مئات السنين . وعلى الرغم من انهم لم يجدوا بعد تفسيرا تاما لهذه الظاهرة الفريدة فى نوعها من ظواهر الطبيعة فان بعضا من الافتراضات التى تقدموا بها فى الاونة الاخيرة قد جرى اثباتها مع ذلك . فقد تسنى ، بواسطة تجارب دقيقة ، اثبات ان بعض الطيور القواطع تسترشد فى النهار بالشمس وفى الليـــل بالنجوم . وقد اجرى علماء المان غربيون التجربة التالية : وضعوا عصافير ابو الحن ، التى تهاجر الى اماكن اخرى اثناء الليل فقط لقضاء فصل الشتاء ، فى صالة فلكية رسمت فى سقفها سماء مرصعة بالنجوم المحلية . وكيفما كان العلماء يديرون «القبة السماوية» كانت العصافير دائما تصطف فى الاتجاه «الجنوبى الشرقى» بالضبط ، اى فى اتجاه تحليقها المقبل ، حتى ولو كان ذلك فى واقع الامر اتجاها معاكسا . وكانت الظلمة التامة او «البدر» وحدهما يربكاها . فهل هذا يعنى ان الطيور تحمل فى ذاتها ما يشبه البوصلة «الشمسية» او «النجمية» ؟ ان ذلك امر مدهش فى الحقيقة ، والحال ان الناس كانوا طوال آلاف السنين يحددون موضعهم بالطريقة ذاتها بالضبط عن طريق معاينة الاجرام السماوية ! بل وان ادق ادوات للملاحين هى الآن ايضا الاجهزة الفلكية .

ترى احدى الفرضيـــات ان الطيور ، لدى تحليقهـــا لمسافات بعيدة ، تستخدم مجال (حقل) الارض المغنطيسى : فقد لوحظ غير مرة ان العواصف المغنطيسية كانت تحرفها عن خط طيرانها .

ولكن ، باية طريقة تشعر الطيور بالمجـال المغنطيسى ؟ ومن جديد تخمينات وافتراضات ، ومن جديد تجارب متنوعة . حتى الآن لم تعط هذه التجارب جوابـــا وحيد المعنى لصالح الفرضيـــة «المغنطيسية» ، ولكن بعض نتائجها يثير الفضول مع ذلك . اليكم خبرا حديث العهد : عثر فى رأس الحمام على قطاع صغير من نسيج غنى بالحديد ويملك ميـزات مغنطيسيـــة ، وفى رأى العلمـــاء البيولوجيين ان هذا القطاع سيساعد فى تفسير القدرات الخارقة لدى

هذه الطيور على ايجاد الطريق الى اعشاشها . فهل توجد فى رأس الحمام ، اذن ، «ابرة مغنطيسية» متناهية الحجم ، وان هذه «البوصلة الطائرة» تتصرف كالمغنطيس ؟ لن نستعجل فى الجواب ، ولننتظر نتائج التجارب الجديدة .

كما كانت الريح والامواج ايضا منذ القدم مرشدات فريدة فى نوعها للبحارة . فقد ادرك الملاحون شديدو الملاحظة فى القرون المبكرة ان الرياح تعصف لا بدون ترتيب ونظام على الاطلاق ، بل تتوقف على الدوران العام لطبقة الهواء . وكانوا يعلمون جيدا فى اية جهة تتحرك الريح والامواج فى مختلف المناطق فى هذا الوقت او ذاك ، وكانوا يعرفون متى تحل الفترة الملائمة للملاحة او فترة الطقس السيئ - فترة الامطار والاعاصير والعواصف .

اية معالم اخرى كانت تقود الرحالة فى الازمنة القديمة ؟ من المستبعد امكان سردها جميعا . لقد كان رؤساء النوتية المجربون يعلمون علم اليقين الخطوط المحيطية للسواحل ، ويحددون موضعهم حسب عمق قاع البحر وملوحة الماء ، وحسب مظهر ورائحة الاوساخ المرتفعة من القاع ، وحسب لون الماء وحرارته ، وكانوا يعرفون اقتراب الارض استنادا الى سقوط الامطار وظهور اسماك المياه العذبة والاغصان العائمة . . . وعلامات اقتراب اليابسة تشكل مادة لعلم كامل . لنسمع ما يقوله عن الملاح البحرى الحقيقى «ليث البحار» نفسه البحار العربى الشهير احمد شهاب الدين ابن ماجد فى كتابه «الفوائد فى اصول علم البحر والقواعد» ، وهو الذى قاد سفن فاسكو دى غاما الى الهند . يقول ابن ماجد ان اول ما يجب على البحار هو ان تكون لديه معارف حول اوجه القمر ، ووجهات الدائرة ، والطرق ، والمسافات ، وان يحسن تحديد علو النجوم ، ويعرف علامات الطريق الى المرفأ ، ووقت بزوغ الشمس والقمر فى بروج الافلاك ، والرياح الموسمية . ويتوجب على البحار ان يعرف ساعة ومكان شروق مجموعات النجوم ، والاعتدال الربيعى والاعتدال الخريفى ، واسلوب تحديد علو النجمة ، واوقات شروق وغروب النجوم واحداثياتها ، والمسافة من خط الاستواء الى القطب وطرقها ؛ ويجب ان تكون معلومة لديه جميع السواحل ، ومراسيها ومعالم الطريق المؤدية اليها ، وتركيب قاع البحر ، والاعشاب التى تصادف على

سطح الماء ، والثعابين البحرية ، والاسماك ، والاعشاب ، وتغيرات الماء ، والمد والجزر ، والجزائر فى جميع الاتجاهـات . ويجب على المعلم (الربان) ان يكون مثقفا متبحرا فى مختلف الاشياء ، ومليئا بالعزم والبسالة ، وبليغا وعادلا ، وجلودا ، وذا طبع رفيع ، وحسن التأديب ومتسامحا . والا فهو ليس معلما نموذجيا . . .

ان الملاحين او الرحالة على اليابسة المجربين هم اناس اعتادوا على بيئتهم ، ويفهمونها ويشعرون بها بدقة خارقة . لذلك ، فان فن هؤلاء الاشخاص فى اهتداء السبيل بدون بوصلة مغنطيسية لا ينفك حتى فى ايامنا هذه ان يثير الدهشة والاعجاب .

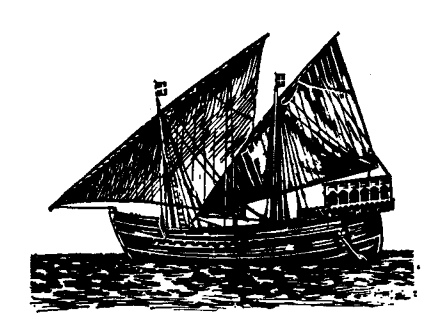
ان القارئ يوافقنى اذا قلت ان ايجاد سواء السبيل فى عرض البحر اصعب بكثير من البحث عن طريق على اليابسة حيث العلامات كثيرة جدا . ولكن هنا ايضا توجد مناطق فسيحة ، صحارٍ مثلا ، حيث يشعر الرحال وكأنه بحار تائه فى محيط بلا شطآن . فهنا لا توجد طرقات ، وآثار الاقدام تمحوها الرمال ، ولا وجود لجبال ولا لتلال ثابتة ، ولا لاشجار يمكن لعابر السبيل ان يحدد اتجاهه بها . عند ذلك يتصرف كما يتصرف البحار : يراقب السماء ، والشمس ، والنجوم ، والطيور بالطبع .

عندما تصطدم بمقدرات الاهتداء العجيبة لدى قاطعى الصحارى تود لو تصدّق ان لديهم حاسة خفية مـا اخرى . ففى عام ١٩٨٣ اعلنت وكالة «برس سرفيس» اللندنيـــة النبأ التالى الذى يصعب تصديقه ، والذى نشرته بعدها جرائد عديدة فى العالم : ان العالمين بايكر ومايتر من جامعة مانشستر (انجلترا) اكتشفا لدى الانسان . . . حاسة سادسة – البوصلة المغنطيسية ! وبينت البحوث الكيميائية انه توجد فى جبين الانسان رقيقة عظمية دقيقة تحتوى على اكسيد الحديد وتملك خصائص مغنطيسية . وقد تحققوا من هذه الفرضية على طلاب من الجامعة . فقد عصبوا اعينهم ، ونقلوهم بطرقات ملتوية الى مكان ريفى لا يعرفونه . ومن ثم طلبوا منهم ان يحددوا الاتجاه الذى تقع فيه جامعتهم . فحددوا ذلك تحديدا دقيقا يبعث على الدهشة ريثما بقيت عيونهم معصوبـــة ولا وجود لاضطرابات مغنطيسيــــة . ولكنهم اخطأوا عندما كانت عيونهم مكشوفـة . وفى الحالة الاخيرة خدعهم البصر : فقد ضللتهم العلائم الارضية . واعلنت الوكالة ان

آلية الحاسة الجديدة لم يتم استقصاؤها بعد ، ولكن الظاهر انها افضل تطورا لدى النساء .

ما هذا ، هل هو اكتشاف ؟ ام خبر مثير جديد فبركـه اولئك الذين يحورون الوقائـــع عن غير قصد منهم وهم اسرى النتائج المرجوة ؟ ان المستقبل لسوف يبين ذلك .

. . . قبل زمن طويل من اختراع البوصلة المغنطيسية — هذ الجهاز الرائع الذى جلب للبشرية اكتشافات عظيمـة — كان الناسر يعرفون بوصلات عديدة اخرى ، «بوصلات طبيعية» : حية وغير حية ، سماوية وارضية ، هوائية وبحرية ، قدمت لهـــم ايضا خدمات لا تقدر بثمن .



الفصل الثالث

الاساطير والمتاهات

ان الفن العجيب للبحارة القدماء قد تبدّى فنا مليئا بالالغاز والسحر والجن لا بالنسبة لمعاصريهم فقط . فهو لا يزال يثير الدهشة فى ايامنا هذه ايضا . فامعن النظر ، ايها القارئ الكريم ، فى الوقائع التالية .

تفصلنا نحو خمسة قرون فقط عن بدء عهد الاكتشافات الجغرافية العظيمة : البعثات الشهيرة للامير البرتغالى هنريخ البحّار التى كان يرسلها على امتداد ساحل افريقيا الغربى ، ورحلة برتولوميو دياش الذى نجح فى الوصول الى طرف افريقيا الجنوبى الذى يدعى الآن رأس الرجاء الصالح ، ورحلة فاسكو دى غاما من اوروبا الى الهند حول جنوب افريقيا ، ولم نحتفل بعد بالذكرى ٥٠٠ لرحلة كولومبس عبر المحيط الاطلسى .

ولكن !.. منذ ٢٠٠٠-٢٥٠٠ سنة قبل هذه الاحداث جاب الفينيقيون والقرطاجيون وغيرهم من البحارة الاشاوش البحار التى كانت معروفة لديهم ، وزاروا البلدان الاسطورية التى تقع فى مكان ما عند آخر المعمورة ، وخرجوا الى المحيط الاطلسى ، واكتشفوا جزر الكنارى (الجزائر الخالدات) وجزيرة ماديرا (وهذا حدث على بعد ٦٠٠ كيلومتر عن سواحل افريقيا !) ، وحسب رواية هيرودوس ، التى لا يرقى الشك الى صحتها الآن ، تسنى لهم حتى الدوران حول افريقيا !

كيف استطاع الاقدمون ، معتمدين فقط على حسهم وان يكن حسا متفننا ، وعلى معارف شحيحة عن العالم المحيط بهم ، ان يجترحوا مآثر رائعة كهذه ؟ وهل ان حب الاطلاع والمراس والهمة والشجاعة وحدها قادتهم الى ارجاء غير معروفة من قبل ؟ ولربما كان معروفا لديهم فى واقع الامر سر البوصلة المغنطيسية ؟ والحال ان الحجر ، الذى يملك ميزات خارقة ورائعة - حجر المغنطيس - ، كان يعرفه الناس منذ القدم .

لقد ولّد ذلك كله اساطير وافرة العدد عن البوصلة .

جاء فى كتاب «الفوائد فى اصول علم البحر والقواعد» ، الذى يحتفظ بمخطوطته فى مكتبة باريس الوطنية ، ان لكل باب من ابواب علم البحر بداية . فالسفينة-الفُلْك . . . يعود اصلها الى نوح . وفيما يخص المغنطيس ، الذى يعتمدون عليه والذى لا توجد اهمية دقيقة كاملة بدونه لانه يدل على الطريق الى كلا القطبين ، فهو من اختراع داود . وفيما يخص بيت الابرة بمغنطيس (البوصلة - **المؤلف**) فيرجعون اصله الى داود اذ كان لديه تصور عن الحديد وصفاته . ويقول آخرون انه يعود الى خضر . فعندما ذهب للبحث عن الماء الحى ودخل بلاد الظلمات ومحيطها (مياه سواحل جنوب افريقيا - **المؤلف**) واتجه نحو احد القطبين الى ان غابت الشمس عن نظره ، عند ذلك ، كما يقال ، وجد الطريق السوى بفضل المغنطيس . . .

هذا الكلام قاله لا شخص ما مولع بالخرافات ولا مؤرخ يفتش عن الحقيقة فى مصادر مشكوك فى صحتها ويعرف البوصلة سماعا فقط . هكذا كتب البحار والعالم العربى الشهير ، «ليث البحار» ، «المتضلع فى شؤون البحر وعلم الفلك» احمد ابن ماجد الذى ترك لنا اثمن المؤلفات عن فن الملاحة . وهو الذى قاد سفن فاسكو دى غاما الى الهند ، وتغنى به كاموينش فى قصيدته «اللويسياذة» .

ماذا اذن ، فقد يكون فى هذه الشهادة لاحد مشاهير علم البحر فى الماضى البعيد ، ولو جزء ما من الحقيقة ؟ والحال ان هذه الشهادة هى واحدة من اقدم الشهادات ، كتبت فى القرن الخامس عشر عندما كانت البوصلة لا تزال تعتبر «معجزة» و«عطية الهية» . زد على ذلك ان احمد بن ماجد يتحدر من سلالة قديمة لربابنة الملاحة البعيدة

كان من عادتهم ، كمـــا هو مفروض ، توارث معارفهم المهنية بكل مواظبة من جيل الى جيل شفاهة او كتابة . وليس من باب الصدفة ، على ما يبدو ، ان هذا القبطان البحرى النموذجى استطاع ان يضع اسمه الكامل على مؤلفاته العلميـــة ؟ (بما فى ذلك بشكل قصائد شعرية) : شهاب الدين احمد بن ماجد بن محمد بن عمر بن فضل بن توفيق بن يوسف بن حسن بن حسين بن ابى ملك السعـدى بن ابى الركايب النجدى – اسم نجد فيه اسماء اسلافه حتى الجيل الحادى عشر . اذن ، فقـــد تكون بقيت ذرات ما من الحقيقة فـى الاساطير لدى امثـــال هذه التقاليد لتوارث المعـارف ؟ فان عهد اكتشاف البوصلة الاسطورى لبعيد جدا عن زمن حياة البحار العربى الكريم . اما ما يمكن ان «يفعله» **الزمن** احيانا **بالمعرفة** فيبينه مثال احمد ابن ماجد نفسه : ان ذكراه حتى فى اواسط القرن التاســع عشر ، اى غب مرور حوالى ٤٠٠ سنة ، كانت حية لدرجة ان كتاب الملاحة العملى فى الهند وجزر مالديف كانوا يدعونه «كتاب ماجد» ، علمـــا بان المرشدين البحريين اليمنيين لدى دخولهم البحر كانوا بغية تفادى المخاطر يصلّون لا للرب ورسوله فحسب ، ويستنجدون ليس فقط بشفيعهم الخضر ، بل ويقرأون الفاتحة على روح «البارّ السورى الشيخ ماجد (فهو ليس ، كما برهن العلمـــاء الآن ، من مواليد عمان ، كلا ، وليس على الاطلاق من مواليد الهند كما يدعوه المؤرخ البرتغالى من القرن السادس عشر الذى وصف رحلة فاسكو دى غاما – **المؤلف**) ، الذى استطاع ان يقرأ باطن الارض – وكأنها كرة على يده –واخترع البوصلة» . هكذا احتل الربان العربى نفسه فى ذاكرة البحارة مكان المخترعين الوهميين الابرار للبوصلة !

وحان الوقت الآن لاعطاء الكلمة للمؤلفين الذين درسوا المؤلفات القديمة .

لقد لفت انتباه بعض المؤلفين عدد من التنويهـات عن شخص ما ، غيبربورى (من سكان البلدان الشمالية) او الاسقوثى اباريس والله اعلم ، «تجول فى كل ارجاء الدنيا وفى يده عقرب ، واثناء ذلك لم يأكل شيئا» كما يقول هيرودوس . وتقول احدى الروايات ان هذا الاسقوثى الغامض حصل على هذا العقرب هدية من بيتاغور (فيثاغوروس) الفيلسوف الاغريقى الشهير» لكى يساعده فى تذليل

جميع العقبـــات التى قد تعترضه فى التجوالات البعيدة» . وحسب رواية اخرى كان العقرب رمزا للحجر المغنطيسى الذى اهداه ابولون رب الهيليين الى اباريس اثناء حرب طراودة . وبواسطة هذا العقرب كان الاسقوثى يصد السهام الموجهة نحوه . ومهما كان الامر ، فعلى اساس الاساطير عن عقرب اباريس السحرى نشأ فى البدء افتراض : ان شعوب البلدان الشمالية (الهيبربوريين ، الاسقوثيين) كانت حتى فى عصور ما قبل التاريخ على علم باستقطاب المغنطيس . (ذلك لانه كانت توجد على اراضى هذه الشعوب مكامن غنية للخامات المغنطيسية كانت تعالج منذ زمن بعيد ، كما كان يجرى العثور على فلز فطرى حديدى) . وسرعان ما تحولت هذه الفكرة الى اسطورة جديدة : ان اباريس تجول فى الارض بمساعدة . . . ابرة مغنطيسية ! اى ان البوصلة المغنطيسية كانت قد اصبحت قيد الاستعمال ، على مـــا يبدو ، فى القرن السادس قبل الميلاد . انه «منطق» طريف ، أليس كذلك ؟ : فاذا كانت توجد فى مناطق سكن الاسقوثيين رواسب من الفلز المغنطيسى فهذا يعنى ان هذه الرواسب كانت تعالج ؛ وبالتالى ، فان الاسقوثيين كانوا يدرون ان الحجر المغنطيسى يهتدى فى المكان ، ولذلك كانت توجد لدى اباريس ، اذن ، بوصلة مغنطيسية ؟!

اليكم نماذج اخرى من الخزعبلات التى تجارى الوقائع والمصادر الادبية ، امثلة عن الخيال المنفلت من عقاله والاختلاقات الفارغـــة لعلماء مزيفين :

– الاتروسيون ، الذين قطنوا منذ زمن بعيد جدا شبه جزيرة ابينين ، كانوا عارفين بالبوصلـــة . فصورة النجمة ذات الجهات الثمانى وعلى احدى جهاتها رمز من السوسن ، التى عثر عليها فى القـــرن الماضى فى احد مدافن الاتروسيين ، ليست سوى رسم للبوصلة . والكتابة المرفقة بالصورة والتى فكوا رموزها زعموا انها تتعلق بـ«توجيه خط السير فى المحيط فى النهار والليل» . غير ان علماء الآثار الايطاليين لم يوافقوا على ذلك . وهذا امر مفهوم : فالنجمة المذكورة تعنى بالاحرى مجرد وردة رياح وليس على الاطلاق بوصلة مغنطيسيـــة . واقدم وردات رياح وصلت لنـــا هى تلك المعاصرة لارسطو بـــل وحتى اقدم من القرن الخامس قبل الميلاد بكثير .

– فى كيدو بجزيرة جاوا يرتفع هرم مدرّج ضخم من الحجر . انه معبد بوروبودور البوذى المعروف فى العالم اجمع ، الذى شيد فى القرن الثامن ميلادى . اعمدة المعبد السفلى مزينة بنقوش من حياة بوذا . وتتحدث جملة من الصور المنحوتة عن ابحار الهنود الى جاوا . وأحد هذه التماثيل لفت انتباه العلماء منذ زمن بعيد : فعلى مؤخرة ومقدمة سفينة منحوتة بدقة توجد ادوات دائرية صغيرة تستلفت النظر . واذا بمؤرخ اريب يطرح فرضية جريئة اكثر من اللزوم : «ان الاداة المرسومة فى المؤخرة هى ، على ما يظهر ، بوصلة» . وعلى اثره ابدى آخرون استعدادهم لتصوير ذلك على انه واقع . ولا يربك خاطرهم ابدا ان الاداة ، التى يودون ان يروا فيها بوصلة ، موضوعة لا فى سطح مألوف بالنسبة للبوصلة ، بل فى سطح افقى ، بينما لم يظهر الجزء الرئيسى فيها ، اى الابرة ، التى ترتبط بها قوى البوصلة الخارقة والغامضة . وقصارى القول ان «باحثين» من هذا الطراز يفكرون وفق مبدأ : ان كل ما هو صغير ودائرى الشكل فى السفينة بوصلة !

رحمةً باعصاب القارئ لن نروى كيف كانوا ، بحثا عن آثار البوصلة فى غياهب الزمن ، يستنجدون بنموذج ابولو ، وهرقل ، وذى الصوف الذهبى ، وسفينة ارغو ، وجوبتير ، وآمون . . .

يخيل ، فى الحقيقة ، انه ليس ثمة من حدود لوضع الاساطير من جانب العلماء الخياليين !

ولكن ، ما هو رأى المؤرخين الحقيقيين فى هذه المسألة ؟ لقد قام العالم الايطالى تيموتيو بيرتيللى فى القرن الماضى ، على ادق وجه ، باستقصاء كومة من مؤلفات اكثر من ٧٠ مؤلفا اغريقيا ولاتينيا عاشوا فى الفترة من عام ٦٠٠ ق . م . الى عام ١٠٠٠ ب . م . وماذا كانت النتيجة ؟ لا توجد فى اى واحد منها معطيات لا يرقى اليها الشك عن خاصة المغنطيس فى الدلالة على الاتجاه ولا عن الابرة المغنطيسية وبخاصة عن البوصلة . ولم يعثر بيرتيللى الا على شهادتين مباشرتين فقط عن فن الملاحة فى المطبوعات القديمة ، واحدة عند فيرجيلى والثانية عند اوفيدى . وتدل كلتاهما على ان السفن فى تلك الازمنة كانت تسيّر حسب النجوم .

بقى لنا ان نتحدث عن الاسطورة الاكثر طرافة والاكثر انتشارا والاكثر بقاء ، المتعلقة بـ«ولادة» البوصلة . يترتب علينا لاجل ذلك ان ننتقل على جناح الخيال بعيدا الى الشرق ، الى الصين .

لقد كان المبشرون اليسوعيون ، الذين عاشوا هناك ، يدرسون «تاريخ وعلم وعادات وتقاليد» البلاد بكل جهد ومواظبة ويدونون كل شيء بعناية ، ويرسلون المواد الى اوروبا . وفي «كتاب الرحلات» ، الذى صدر عام ١٦٦٦ في باريس اعلن اليسوعى مارتينى نبأ لا يصدقه العقل : ان البوصلة المغنطيسية فى الصين ، التى يدعونها تشى نان ، كانت معروفة منذ اقدم العصور . واكد آباء يسوعيون عالمون آخرون فى القرن الثامن عشر ، بعد ان درسوا بكل تدقيق عددا كبيرا من الكتب القديمة ، على انه كانت معروفة لدى الصينيين منذ القدم عربة «تدل على الجنوب» دائما اثناء الطريق ، ومن المحتمل انها كانت مزودة ببوصلة .

وهاكم رواية تعود ، كما يزعمون ، الى المؤرخ الصينى الشهير سيم تسيان الذى عاش فى القرن الثانى قبل الميلاد ، وهى رواية ادخل عليها العديد من المؤلفين والناسخين بعض التفاصيل :

كان تشجيو كونغ ، عم الامبراطور ورئيس الوزراء ، عالما كبيرا فى الهندسة والفلك . وفى عام ١١١٠ قبل الميلاد ، عندما استتبت الامور تماما لتشجيو كونغ فى مملكته ، وصل الى القصر سفراء من بلاد يو تشانغ الجنوبية لكى يتقدموا بآيات الاكرام والتبجيل لسلطان الامبراطورية الوسطى ويرفعوا اليه الهدايا ؛ فقاد تشجيو كونغ السفراء الى معبد الاسلاف ، وامر بان توضع هناك فى جهة الهدايا التى جلبها السفراء ، وفى جهة اخرى الهدايا التى ارسلها الامبراطور الى سلطانهم . بين هذه الهدايا الاخيرة كانت توجد خمس عربات خفيفة بعجلتين وهى اختراع جديد لتشجيو كونغ ، كانت تدعى «تشى نا تشى» او «العربات الجنوبية» لانه كان باستطاعتها الدلالة على الاتجاه نحو الجنوب . بعد الاستقبال الاحتفالى اتجه السفراء الى ديارهم ، وبمساعدة العربات ، التى كانت لهم مفيدة جدا ، عادوا الى بلادهم بعد عام .

وثمة رواية اخرى عـــــن العربات وردت لاول مرة فى كتاب «شرح الوقائع القديمة والجديدة» بقلم شخص يدعـى تسزون باو عاش فى القرن الرابع قبل الميلاد :

كان تشى ييو ، نسيب الامبراطور هوانغ تــــى (الامبراطور الاصفر) ، الحسود والمشاغب منذ ولادته ، يثير اضطرابات شديدة فى الامبراطورية . وشن هوانغ تى الحرب ضد تشى ييــو . وكان هذا يجيد فن تعتيم الجو ، فلفّ قوات الامبراطور بضباب كثيــف بحيث لم يستطع الجنـــــود ان يفهموا اين يوجدون . عند ذلــك استخدم هوانغ تى عربات كانت تشير بنفسها دائما الى الجنوب . وبفضلها نجح الامبراطور ، اخيرا ، فى مداهمة المتمرد وتكبيلــه بالسلاسل . لقد حدث ذلك عام ٢٦٣٤ ق . م . ويقال انــــه كان لتشى ييو الفظيع جسم حيوان برى ورأس من نحاس وجبين مــن حديد ، وكان يأكل الرمل .

ان فى هاتين الروايتين الكثير من الاسراف الخرافى والغامض والمتناقض ، أليس كذلك ؟ وحتـــى العلماء اليسوعيون الاولون شككوا فى صحتها . وقد تساءل احدهم بلهجة لاذعة : يكون مــن الطريف للمرء لو يعرف ما كانت هيئة البوصلة على العربات ، وما الذى ابدته من ميزات لكى تسهـّل الطريق على السفراء الى يـــو تشان التى كانوا يقطعونها عادة بدونها بسرعة اكبر ؟ بينما لاحظ آخرون ملاحظة معقولة : بغية اهتداء السبيل فان البوصلة ، مهمـا كانت متقنة ، لا تكفى على الاطلاق . تلزم ايضا خرائط (!) ومعرفة شق الطريق ، الامر الذى يتناساه الجميع !

لماذا كان بعض المبشرين يرسلون امثال هــــذه المعلومات المشكوك فيها ؟ لقد كانوا يفعلون ذلك لانهم يسترشدون بالمبدأ القائل : حالما يعتبر احد ما شيئا ما واقعا كانوا يرسلون نبــأ الى اوروبا ؛ واذا وجدوا شيئـــــا متناقضا كانوا يفعلون الشىء نفسه . فهم ، كما يقال ، يستطيعون فقـــط ارسال المواد . اما معالجتها واستخدامها فذلك شأن مستلميها .

لقد كان من الصعب التخلص فى الحال من الفكرة القائلــة ان العربة الدليلة هـــى خرافة . فعنها يتحدث الكثير من الكتـــب الصينية . كان لعربات «تشى نا تشى» ، مــن الامام ، تمثال بشرى

غير كبير منحوت بطريقة ماهرة من حجر يشم اصفر فاتح او ضارب الى الحمرة او احمر بنى ، بينما كانت من الداخل مرصعة بزخارف رائعة على شكل ازهار من اليشم . وكان التمثال يرتكز بقدميه على رأس تشي ييو . وكيفما استدارت العربة ، كانت يد التمثال اليمنى الممدودة تشير دائما الى الجنوب . وعلى امتداد العصور كان سر العربات اما يضيع فى ازمنة الفتنة والشغب ، واما يعاد اختراعها من جديد . والطريف فى الامر ان رسوم هذه «الدالات على الجنوب» ظهرت فى زمن غير بعيد نسبيا ، فى القرنين السابع عشر والثامن عشر . زد على ذلك ان احد الكتّاب القدماء لم يعمد الى شرح فيم يكمن سرها وكيفية تركيبها بحيث تدل على جهات الارض . فحول ذلك يمكن الاعراب عن التخمينات فقط .

ان فقدان الآثار القديمة ، وعدم الوثوق بالكتب الباقية بسبب «التصحيحات» الحتمية على مدى مئات السنين من جانب ناسخيها وناشريها ، والتحريف الواضح احيانا للوقائع التاريخية لغايات مغرضة ، وعدم امكانية اكثرية العلماء فى الوصول الى المؤلفات التاريخية فى نسختها الاصلية ، والكثير الكثير غيرها قد شوشت وحرفت الحقيقة عن العربات «الدالات على الجنوب» الصينية لدرجة يصعب التعرف عليها .

وكانت قد جرت فى القرن الماضى محاولات للتمعن فى هذه المسألة . واغلب الظن انه ليس الدور الاخير فى هذا الصدد لعبته الرسالة العلمية التى وجهها الصينولوجى المعروف هنريخ كلابروت عن اختراع البوصلة الى العالم الطبيعى المشهور الكسندر غومبولدت عام ١٨٣٤ . ومن دواعى الاسف ان هذه المحاولة ، كما اتضح فيما بعد ، باءت بالفشل : فلقد كان كلابروت ، وبعده غومبولدت ايضا ، يتمسكان بالرأى القائل بان الابرة المغنطيسية كـ «دالة على الجنوب» استخدمها الصينيون خلال قرون عديدة قبل الميلاد . وكان العديد من مؤرخى العلم ، وقد وقعوا اسرى هذين العالمين البارزين ، يرددون طوعا هذه الصيغة المشهورة ، وهم يبنون استدلاتهم على النحو التالى : غالبا ما يرد ذكر «الدالة على الجنوب» على لسان المؤلفين الصينيين ؛ لا تعرف اداة اخرى ، سوى الابرة المغنطيسية ، تشير الى الشمال او الجنوب ؛ اذا كان

المؤلفون يذكرون «العربة الدالة على الجنوب» فهـــم انما يعنون الابرة المغنطيسية فقط !

الا انه انوجد اشخاص واصلوا عدم الموافقة على وجهة النظـر التى دخلت الموضة : فقد بدا انه ليس امرا واقعيـا ان يستطيع المغنطيس ، الموضوع كابرة بوصلة ، ان يغيـر وضعية التمثال الضخم نسبيا (علوه حوالى ٤٠ سم) فى العربة اثناء سيرها . وعند اربعينات القرن الحالى برهن العلماء نهائيا ان التمثال البشرى كان يديره ميكانيزم خاص . فاثناء انعطافات العربة كانت حركة دوران عجلتيها تنقل الى هذا «الدال على الجنوب» الذى كان يحافظ عـلى الاتجاه الموضوع له مسبقا . وبكلام آخر ، لقد كان ذلك نوعا من البوصلة ، ولكنها فقط بوصلة . . . ميكانيكية ! وبفضل الاوصاف الشحيحة للعربات القديمة تسنى اعادة رسـم مخطط امثال هذه الآليات ، وفى الخمسينات اصبحت تعرض فى المتاحف الصينيـة موديلات عاملة للعربات الاسطورية «الدالة على الجنوب» .

هكذا حسم جدال المؤرخين الذى دام ثلاثمائة سنة .

ومع ذلك فان الانصار المخلصين لِقَدم الدالة على الطريـق المغنطيسية لا يهدأ لهم بال . فهم يعلنون دون ان يجادلوا الوقائع الجلية : ان الاطلاع على الجهاز العجيب امر محتمـل تماما فى ماضى ما قبل التاريخ ، وذلك بالطبع فى اوساط معينة تبقى مهنتها طى الكتمان الشديد .

من يدرى ، فقد يكونون على حق . وعلى كل حال فلـن نحاول اثناءهم عن رأيهم : فنحن ، فى جوهر الامـر ، لا نزال نعلم الشىء القليل عن اسلافنا الاقدمين .



الفصل الرابع

ألغاز «حجر الشيطان»

ثمة رأى يقول ان البوصلة فى مظهرها البدائى بدأت رحلتها الظافرة فى البحار الاوروبية اعتبارا من القرنين الثانى عشر - الثالث عشر تقريبا . فى هذا الزمن بالذات ظهرت فجأة كما لو بضربة ساحر ، وسط الضباب الكثيف من الاكاذيب والخرافات والحكايات حول «حجر الشيطان» ، كثرة من الادلة الموثوق بها نسبيا لاستخدام ميزة المغنطيس الموجِهة . وعن الابرة العجيبة كتب الكثيرون : رهبان ، كاردينالات ، اطباء ، علماء ، فلاسفة ، تجار . . .

بحارة يملكون فنا لم يخدع احدا حتى الآن فى يوم من الايام . فهم يأخذون حجرا قاتما قبيح المنظر يجتذب قطعة حديد بسهولة ، ويحكّون عليه ابرة . ثم يدخلون الابرة فى قشة ويضعونها على سطح الماء . واذا بهذه الابرة تتجه برأسها دونما خطأ نحو نجم القطب . هذا ما كتبه المؤلف الفرنسى غيّو من بروفين قرب باريس .

اجل ، ان ذلك وصف واضح لابسط بوصلة ، لما يسمى البوصلة «العائمة» او «المائية» . وهذه الوسيلة المساعدة المأمونة

لقيادة السفن كانت فى زمن غيو (اواخر القرن ١٢- بداية القرن ١٣) ، حسب موقفه منها ، منتشرة جدا .

كيف حدث ان الابرة بالذات تبدّت اول دال على الاتجاه ؟ وفى اية ظروف تم اكتشاف ميزتها السحرية ؟

تذكروا ان سلوك الحجر «اللغزى» ، الذى تسكنه احدى الارواح كما يزعمون ، كان دائما يثير دهشة الناس . ففى بلاد الاغريق وروما القديمة كان المشعوذون يعرضون تجارب عجيبة متعلقة بالمغنطيس ، بالاضافة الى طيور من ما وراء البحار وحيوانات مروضة ، فى الاحتفالات وفى الاسواق . وكانت «النمرة» التالية تولّد انطباعا لا ينسى لدى المشاهدين : نشارة حديد وخواتم وادوات صغيرة اخرى تخلط فى وعاء نحاسى ، ثم يمررون حجرا «هرقليا» على قعر الوعاء ، واذا بالنشارة «تبعث حية» وترتفع وتتحرك . ولربما خطرت فى بال «ساحر» مخترع ما ، فى زمن ما ، فكرة وضع نثار حديدى (وقد يكون بينه ابر ايضا ؟!) على صفحة ماء ، على ان يشده مسبقا بقطعة من سدادة او عود خشب او عصافة . فاذا جرى تحريك المغنطيس تحت قعر وعاء فيه ماء فان النتيجة تكون اشد فعالية : فالادوات العائمة سوف تطيع المغنطيس برشاقة اكبر . وعند ذلك من السهل على المرء ان يتصور دهشة الساحر الذى يلاحظ ، بعد سحب المغنطيس ، ان العوامة ذات السلك الحديدى او الابرة تتوق بكل عناد الى اتخاذ وضعية معينة تتطابق ، - ويا للمعجزة ! - مع اتجاه شمال - جنوب ! ومن الطبيعى تماما الافتراض بان الادوات الحديدية ، التى كانت تستخدم على الدوام فى شعوذات او تجارب كهذه ، اصبحت ممغنطة بفعل احتكاكها بالمغنطيس . انه لامر عجيب ، يقول القارئ مندهشا ، فألاعيب المشعوذ تكرر بكل دقة اعمال البحارة الذين استخدموا لاول مرة البوصلة «المائية» ! والحال انهم ، هم ايضا ، كانوا يحركون المغنطيس حول الوعاء ، وهو امر غير لازم البتة لكى تشير الابرة المغنطيسية العائمة الى الشمال اذا كانت ، بالطبع ، ممغنطة مسبقا . ومن يدرى ، فقد يكون ذلك مجرد بقايا من طقوس المشعوذين ، واحدى حلقات الوصل بين نعوت المشعوذ وبين البوصلة المغنطيسية البدائية للبحار ؟

والآن ، ايها القارىء الكريم ، سوف نرى واياك كم من السهل صنع «بوصلة مائية» ، ونغدو «سَحَرَة» لوقت معين . وبهذا تقنعك ابسط التجارب اذا انوجد فى متناولك مغنطيس ما وابرة خياطة . لا تتكدر اذا كان لا يوجد مغنطيس . اذن ، خذ وعاء فيه ماء ، نزّل الابرة الى سطح الماء بكل حذر بعد ان تضعها على قطعة صغيرة مستطيلة من الورق . ومن المحتمل ان تلاحظ على الفور تحرك الابرة بتكاسل فى اتجاه شمال – جنوب الذى من المرغوب فيه تعيينه مسبقا بواسطة بوصلة سياحية ، مثلا . ألا يحصل شيء ؟ هل تكدرت ؟ عندها كرر التجربة باستعمال اى سلك آخر حديدى او فولاذى (وهذا افضل) – دبوس عادى ، دبوس شعر ، قطعة سنارة حياكة ، مسمار ، شفرة سكين صغير . فاذا كنت دقيقا ، وجلودا وقوى الملاحظة بدرجة كافية فان التوفيق سيكون حليفك . ان «البوصلة» سوف تعمل ! ماذا ، هل التجربة فى هذه المرة ايضا لم تنجح ؟ اذن ، قم بالمحاولة الاخيرة ، والمؤلف يضمن لك ان جهودك وحب استطلاعك سوف تتكلل بالنجاح . لاجل ذلك تلزمك شفرة حلاقة عادية لم «تر» مغنطيسا من قريب . ضعها منبسطة على صفحة الماء ، فهى تطفو بشكل ممتاز بدون عوامة . ان هذه «الابرة» غير الاعتيادية سوف تتحرك تحت تأثير مجال (حقل) الارض المغنطيسى ، وعندما تهدأ نرى ان جهتها الطويلة تدل ، على وجه التقريب ، الى الشمال والى الجنوب ! (ان محور تمغنط الشفرة لا يتطابق دوما تطابقا دقيقا مع المحور الهندسى الطولى) .

بِمَ يتفسر كون الادوات غير الممغنطة قصدا تكتسب مع ذلك ميزات مغنطيسية ؟ ان لذلك سببين : اولا ، يمكن ان تكون قد تمغنطت سابقا بصورة عرضية اذ تحتك بأدوات اخرى تملك قدرة مغنطيسية ، حتى ولو كانت ضعيفة او غير ملحوظة . ثانيا ، ان «ابرنا» يمكن ان تتمغنط بفعل مجال الارض . لنتناول هذا بشيء من التفصيل المسهب .

لقد بات ملحوظا منذ زمن بعيد ان قطع الحديد ، باعتبارها اجزاء مكملة فى مختلف المنشآت ، تتمغنط مع مرور الزمن . يقول وليام هيلبرت ، العالم البريطانى اللامع الذى سنلتقى به مرة اخرى

على صفحات هذه الكتاب :

«ان العصى الحديدية ، التى تكون طوال زمن مديد ، طوال عشرين سنة او اكثر ، راكدة ومثبتة فى وضع باتجاه الجنوب والشمال (فهى ، مثلا ، غالبا ما تثبت فى النوافذ الزجاجية فى وضع عرضى) ، اقول ان هذه العصى تكتسب مع مرور الزمن قابلية الدوران ، و... عندما تعوم (اذا وضعت على قشرة شجرة) تستدير نحو ذلك القطب الذى كانت مصوبة نحوه ... : والحال ان وضعية الجسم مدة طويلة فى الاتجاه نحو القطبين تتسم بأهمية كبيرة» .

وكان هيلبرت يعلم ايضا (فى اواخر القرن السادس عشر) انه ليس من الضرورى ابقاء قطعة الحديد مدة طويلة فى مجال الارض : فان بعض انواعه تتمغنط حالا .

كما كان معلوما من تجارب هيلبرت ان «الحديد المطروق غير الممنغط يجتذب الحديد» ويملك «قابلية الدوران» ايضا ، اى انه يسلك سلوك الابرة المغنطيسية ! وهذا الاكتشاف الذى قام به هيلبرت حصل فى العلم المعاصر على تسمية المغنطة الحرارية المتبقية . ويتلخص ذلك فى ان الاجسام الحديدية ، اذ توجد تحت تأثير مجال مغنطيسى خارجى (فى حالتنا هذه : المجال المغنطيسى الارضى) ، تغدو لدى ابترادها ، من حرارة قريبة من التوهج الاحمر الى الحرارة الطبيعية ، ممغنطة بشكل ملحوظ . ولهذا السبب بالذات فان ادوات الحدادة - الكماشات ، الملاقط ، المقص ، وخلافها - التى يستخدمونها اثناء طرق المعادن ، تغدو ممغنطة لدرجة ما ! وهذا ما لاحظه الحدادون منذ زمن بعيد جدا .

واخيرا ، تبين ان طرق جسم من الفولاذ اللين او تغيير شكله (تمديده) على طول مجال الارض يساعد بدرجة غير قليلة على اكسابه مغنطة جيدة .

آمل بان القارئ اصبح يفهم الآن بصورة افضل «صناع البواصيل» الاقدمين والبحارة ، ويوافقنى على ان البوصلة البدائية استخدمت ، على ما يبدو ، قبل قرون عديدة من بدء ذكر ذلك فى الكتب . ذلك لانه كان يمكن منذ زمن قديم ملاحظة المزايا التوجيهية للابرة المغنطيسية . ولكن اذا كانت ميزة كهذه قد تبدت مفيدة

جدا للبحارة فقد كانوا يصونون مصدر توفيقكم هذا بكل غيرة عن اعين الغير . وطوال زمن مديد بقى فن استعمال الابرة نوعا من سر المهنة لدى الربابنة ، علما بانهم لم يكونوا يطلعون لا الركاب ولا البحارة عادة على هذا السر . وكتب الشاعر الفرنسى هيـوغ دى برسى ، الذى عاش على عهد الملك لويس التاسع : «ان البحارة يملكون فن استخدام خواص المغنطيس ، الذى لا يبادلونه عـن طيبة خاطر . . .» . وكانت معرفة القوة السحرية لـ«حجر الشيطان» سرا عظيما وتنتقل الى المقربين فقط .

فهل ثمة من حاجة للعجب من ان الفن المنقطع النظير والعجيب لدى الربابنة ، الذين كانوا يملكون الحجر المغنطيسى ، كان يثير بلا شك الشبهة فى تعاطى السحر وفيا لاتصال بروح خبيثـة ؟ وكيف كان بوسع ربان كهذا ان يبحر بعيدا عن اليابسة ، لتغيب عن نظره ، وان يعرف دائما بشكل ثابت اين يوجد ؟ وكيف يمكن بواسطة حجير سمج بسيط قيادة سفينة كبيرة ؟ لقد كان ذلـك يبدو معجزة تقريبا ، وهذا امر مستحيل ، كما كانوا يعتقدون ، بدون سحر اسود . وكان روجر باكون يؤكد انه لو اطلقت التعاويذ امام اشخاص يجهلون مزايا المغنطيس الرائعة لما كانوا بأى حال من الاحوال الصقوا هذه المزايا بقوى طبيعية . وما كان البحارة ليتجاسروا على الانطلاق فى رحلة بحرية لو انهم كانوا يعلمون ان الربان اخذ معه هذه الوسيلة التى كانوا يعتبرونها «من صنـع الشيطان» . لقد كانوا يسجدون لها ، وكانوا يهابونها ايضا ! ولم يكونوا يروجون الاحاديث عنها بدون داع !

ولم يكن من باب الصدفة ان الامر تطلب زمنا طويلا قبل ان تظهر اول شهادة خطية عن «المعجزة الالهية» — الابرة المغنطيسية الصغيرة .

ان الاوصاف الوافرة العدد لنموذج البوصلة ذات الابرة العائمة فى وعاء ، فى اواخر القرن الثانى عشر والنصف الاول للقرن الثالث عشر ، متطابقة فى الشىء الرئيسى بصورة تثير الدهشة . ويبدو ان لها جميعا مصدرا مشتركا واكثر قِدَما . فهل حوفظ على هـــذا المصدر ؟ وما هو ، اذن ، واين يمكن البحث عنه ؟ هذه الاسئلة شغلت مدة طويلة بال مؤرخى العلم الذين يسعون دائما الى اثبات

زمن «ولادة» هذا الاختراع او ذاك اثباتا اكثر دقة .

بين مجموعة الآلاف العديدة لمخطوطات المكتبة الملكية في المتحف البريطاني ظلت قابعة مدة طويلة بدون دراسة مخطوطتان لاحد الرهبان غير جديرتين بالاعتبار من الوهلة الاولى وعنوانهما كما يلي «حول طبيعة الاشياء» و«بصدد الفلسفة التبجيلية والالهية». وامثال هاتين التسميتين وما يماثلهما كانت منتشرة جدا بين الكتب المتصلة بالعلوم الطبيعية فى الازمنة القديمة . عندما جرى فى القرن الماضى طبع هاتين المخطوطتين وترجمتهما من اللاتينية اصبح مؤلفهما واعماله موضع الاهتمام الجدى . وفى «طبيعة الاشيا» وجدوا مكانا بات معروفا لدينا من مؤلفين آخرين :

«اذا كان البحارة ، اثناء الرحلة البحرية ، لا يدرون فى اى اتجاه ينبغى ضبط خط السير ، عندما تكون الشمس غير مرئية بسبب رداءة الطقس او عندما تكون الدنيا غارقة فى لجة الليل ، عند ذلك كانوا يضعون ابرة فوق (تحت ؟ - **المؤلف**) مغنطيس ويديرونه فى كل اتجاه مرغمين الابرة على الاستدارة . واذا اوقفت حركة المغنطيس فان رأس الابرة يشير الى الشمال» .

الى اى زمن يعود تاريخ هذه المخطوطة ؟ وماذا يمكننا ان نقوله عن مؤلفها ؟

لننصرف موقتا عن ذلك وننتقل على جناح الخيال الى انجلترا القرن الثانى عشر . . .

فى ليلة من ليالى شهر ايلول (سبتمبر) عام ١١٥٧ ، فى سانت اولبانس قرب لندن ، رأى النور صبى اسموه الكسندر . وفى الليلة نفسها ولد الصبى ريتشار فى مكان غير بعيد ، فى فيندزور . وكانت ام الكسندر مرضعة لريتشار .

يمكن ملاحظة اشياء كثيرة فى مصير هذين الاخوين بالرضاعة : فهذا وذاك تعلما فى فرنسا ، وكلاهما حصل على تعليم جيد ، وكانا يحبان الفنون ويفهمانها بل وهما ايضا كانا يؤلفان ، وريتشار والكسندر على السواء نالا شهرة واسعة فى حياتهما وتركا اثرا فى التاريخ .

ومع ذلك فقد كانا شخصين مختلفين تماما .

فعن ريتشار يعرف الكثيرون : انه ملك انجلترا الملقب بقلب

الاسد . والكسندر نيكيم (هكذا كان يدعى اخ الملك بالرضاعة) كان راهبا عالما فقط لا غير . والمكانة الرائعة ، التى بلغها فيما بعد فى حياته تعود ، على ما يبدو ، بدرجة ما الى قرابته من البلاط بحكم ظروف ولادته الآنفة الذكر .

ونحن نعرف الشيء القليل عن نيكيم . فحتى سن الفتوة عاش فى مسقط رأسه سانت اولبانس . وهنا ايضا ، فى مدرسة الدير ، حصل على تربيته الابتدائية . غير ان العالم الشاب لم يكن يكتفى بالمعارف المستحصلة . فقد كان يتعطش للبحث عن اسباب جميع اشياء الطبيعة واسرارها . وسافر نيكيم الى فرنسا ، الى جامعة باريس الشهيرة . وفى عام ١١٨٠ اصبح هنا بروفسورا محترما مشهورا بدقة استدلالاته . عند هذا التاريخ لم يكن قد بلغ الثالثة والعشرين من العمر . وكان اكثر ما يضايقه صخب المدينة الكبيرة وبريق البيئة الزائف . وفى عام ١١٨٧ عاد نيكيم الى انجلترا .

ألم نبتعد كثيرا ، يا ترى ، عن موضوع روايتنا ، وما علاقة الراهب نيكيم والملك ريتشار بها ؟

مرد ذلك الى ان ثمة رأى يقول : ان البوصلة فى شكلها البدائى قد استخدمت فى اوروبا ابان الحملات الصليبية الاولى ، اى فى الزمن الذى عاش فيه بطلا روايتنا . فقد كان بامكان ريتشار ان يسمع عنها او حتى ان يراها بوصفه مشاركا فى الحملة الصليبية لاعوام ١١٩٠-١١٩٢ ، واثناء الابحار عبر مياه البحر المتوسط من مرسيليا صوب الشرق ، الى سواحل سورية . وكان بوسعه ان يستعلم عن «هذه الحيلة» ، رغم اننا لا نملك براهين مباشرة على ذلك ، لدى اخيه بالرضاعة ايضا . ذلك لان الكسندر نيكيم (وقد يكون القارئ ، على الارجح ، قد حزر) هو ذلك الراهب نفسه الذى وضع كتاب «بشأن طبيعة الاشياء» !

يروى نيكيم عن الابرة «المحسنة ، المنقذة ، المجيدة» ليس على الاطلاق كما لو انها نبأ مثير للدهشة . فهو يكتب بكل بساطة انها كانت ، كما يظهر ، شيئا اعتياديا لدى الكثيرين من بحارة العالم الكاثوليكى . وكان بوسعه ان يسمع عنها لاول مرة فى باريس . وليس من المستبعد انه شاهدها اثناء رحلاته عبر القناة

الانجليزية ، وكذلك فى مرافىء اوروبا القارية ، فى فرنسا او ايطاليا .

وعن الابرة المغنطسية ينوه نيكيم فى مؤلف آخر ايضا من مؤلفاته عنوانه «وسائل مساعدة» :

«ان من يريد تجهيز سفينة يأخذ ابرة ويضعها على رأس حاد لكى تستطيع الاستدارة والاشارة الى الشرق (؟) . هكذا يعلم البحار الى اين ينبغى الاتجاه ، عندما يكون الطقس غائما ولا يرى نجم القطب الذى لا يغادر السماء ابدا» .

عفوا ! ان ذلك لشىء جديد : فعلى الرغم من ان هذا القول غامض بعض الشىء فيمكن الافتراض بان الابرة المغنطيسية ، حسب وصف «الوسيلة المساعدة» للبحارة ، لا تعوم على صفحة الماء بل توضع على رأس دبوس ! هكذا كما فى البوصلات الحقيقية !

اما كون الابرة لدى نيكيم تشير لا الى الشمال بل الى الشرق فذلك ، على ما يبدو ، ليس غلطة نحوية ولا تيه ناسخ المخطوطة . فعلى عهد نيكيم كانت جميع الطرق من بلدان اوروبا الغربية تؤدى الى الشرق ، الى «الاماكن المقدسة» . وليس المهم ان توضع الابرة فى خط جنوب – شمال ، بل المهم انها كانت تدل على اى اتجاه ينبغى ان يتحرك فيه الصليبيون والحجاج . وهكذا بالضبط كتب نيكيم . وبهذه المناسبة فانه لمن الطريف لدرجة ما ان فى العصور الوسطى كانوا احيانا يصنعون بشكل متعمد بوصلات تشير ابرتها الى الشرق . مثلا ، فى بعض بوصلات الجيب المصنوعة لاجل الرهبان الذين يسافرون من اوروبا الجنوبية الى اورشليم ، كانت اداة الاشارة ذات شكل طائر صغير مفتوح الجناحين . وكانت الابرة المغنطيسية فيه تثبت من تحت فى اتجاه من طرف جناح الى الجناح الآخر بحيث ان منقار الطائر كان ، عندما تشير الابرة الى الشمال ، يدل فى اتجاه «المدينة المقدسة» ، اى الى الشرق .

ان كتاب «الوسائل المساعدة» شبيه بقاموس فى شكل كتاب مدرسى . وهو موضوع ، شأنه شأن «حول طبيعة الاشياء» ، فى الربع الاخير من القرن الثانى عشر ، ولكن ليس فى زمن يتعدى عام ١١٨٧ وهو العام الاخير لدروس نيكيم مع التلامذة . ومهما كان الامر فان اعمال هذا الراهب العالم تحتوى على الاشارات

الاولى ، بين الاشارات المكتوبة المعروفة لدينا حتى الآن ، حول البوصلة البدائية فى اوروبا الغربية .
وابسط الدالات ذات المغنطيس العائم كانت فى تلك الازمنة قيد الاستعمال فى بلدان اخرى ايضا .
ففى الكتاب ذى التسمية المنمقة «كنوز التجار لمعرفة الاحجار» يروى المؤلف العربى بيلق قبياقى ان الملاحين السوريين كانوا فى الطقس الردىء واثناء الليل عندما تكون النجوم غير مرئية ، ومن اجل تحديد جهات الدنيا الاربع يأخذون وعاء فيه ماء كانوا يحفظونه فى حجرات وقاية له من الريح . ثم يغرزون ابرة فى قشة او عود خشبى مستطيل عرضا على شكل صليب وينزلونه الى الوعاء بحيث يعوم بحرية . وبعد ذلك يأخذون حجرا مغنطيسيا ويمررونه حول الوعاء فتأخذ الابرة بالاستدارة ايضا . اما عندما كانوا يبعدون الحجر فكانت الابرة تهدأ وتشير الى جهة الشمال .
لقد شاهد بيلق قبياقى هذا كله بأم العين فى عامى ١٢٤٢-١٢٤٣ عندما ابحر من طرابلس فى الشام الى الاسكندرية . وسمع ايضا ان فى المحيط الهندى كان البحارة يستعملون ، بدلا من الابرة والاعواد سمكة حديدية مفرغة لكى تستطيع السباحة . فاذا وضعت على صفحة الماء تشير برأسها الى الجنوب وبذيلها الى الشمال . وثمة عربى آخر هو محمد العوفى شاهد هذه الاسماك اثناء رحلته عند سواحل الهند عام ١٢٢٠ ، واورد رواية عن ذلك تحت رقم ١٩٩٧ فى مجموعته «نوادر فارسية» .
ينبغى القول ان «الاسماك» كانت تتمتع بشعبية واسعة كبوصلات اولى . ففى الصين ، مثلا ، كانوا يستعملون «اسماكا» من «صنفين» : حديدية وخشبية . فالحديدية كانوا يقصونها من لوح حديدى رقيق ويحنونها قليلا على شكل قارب ليكون فى المستطاع وضعها على سطح الماء . ومن الطريف ان هذه «السهام المغنطيسية» لم تكن تمغنط خصيصا بحجر مغنطيس . فقد كانت تكتسب عينة كافية من التمغنط ابان سقيها فى مجال الارض المغنطيسى .
وكان «تركيب» النوع الثانى «للبوصلة – السمكة» اكثر تعقيدا بعض الشىء : ففى بطن «السمكة» الخشبية ، وهى بطول

ابهام ، كان يوجد ثقب تُحشر فيه قطعة من المغنطيس ثم تطلى بالشمع ؛ وبهذا الشمع ايضا كانت تثبت عند الرأس ابرة معقوفة الى اعلى تنتوء من الماء كشارب طويل مشيرة الى اتجاه الجنوب .

وتتحدث احدى الموسوعات الصينية القديمة عن دالة طريق صينية اكثر غرابة . . . البوصلة - السلحفاة ! فقد كانوا يزودون «السلاحف» الخشبية بقطعة مغنطيس وبأبرة مثل «السمكة» ، ولكنها لم تكن تسبح بل تثبت على دبوس من الخيزران منصوب عموديا على لوحة صغيرة . فتلك بوصلة لا مائية بل برية ! *

غير ان الابرة كانت الاكثر انتشارا ، بالطبع ، لدى الصينيين القدماء بوصفها عقربا مغنطيسيا . وليس من السهل الاجابة عن سؤال : متى علموا فى الصين للمرة الاولى عن الميزة العجيبة للابر المغنطيسية ، وهى النظر الى جهة معينة . من المحتمل كثيرا انهم علموا بذلك حتى فى وقت ابكر مما فى اوروبا .

فقبل مائة عام تقريبا من نيكيم يروى الصينى شين كوا :

«ان الذين يتعاطون التنبؤات يحكّون رأس الابرة بحجر مغنطيس ، عند ذلك تستطيع الاشارة الى الجنوب . . . واذا كانت عائمة على صفحة الماء فهى تتحرك . يمكن موازنة الابرة على ظفر اصبع او على حافة فنجان حيث يمكن حملها على الدوران بصورة اسهل ، غير ان نقطتى الارتكاز هاتين صلبتان وأملستان ، لذا فهى تتوق الى الانزلاق . وافضل طريقة هى الامساك بالابرة بواسطة خيط حرير منفرد مأخوذ من شرنقة طازجة بعد ربطه الى وسط الابرة بقطعة صغيرة من الشمع بحجم حبة خردل . واذا عُلّقت الابرة من ثم فى مكان خال من الهواء فهى سوف تشير دوما الى الجنوب» .

فى بادئ كانت المشيرات ذات الابرة العائمة تستعمل فى

---

* من المشكوك فيه كثيرا ان يستطيع «جهاز» كهذا العمل على العموم . ف «الابرة - السلحفاة» الثقيلة الوزن سوف تتوقف بالاحرى بسبب الاحتكاك على دبوس خيزران غير متقن . والحال انه حتى فى البوصلات العصرية ، حيث الجهاز الدوّار الخفيف - حلقة مع عقرب - يعلق برأس من الياقوت على رأس معدنى صلب ، يحتاج الامر الى اخذ ظاهرة التوقف بالحسبان .

الصين من جانب العرّافين فقط . والذى يرى «بوصلتهم» لاول مرة يصعق من تعقدها . تصوروا قرصا خشبيا بقياس صحن كبير . فى وسطه تجويفة دائرية غير كبيرة مع عقرب وحولها دوائر متراكزة تصل الى اربعين دائرة . وكل واحدة منها مرسومة حسب عدد معين من التقسيمات (حتى ١٢٠ تقسيمة) وتحمل ما يشبه العلامات والرموز والنقوش المختلفة التى تتناوب بتعاقب دقيق : سوداء وحمراء على خلفية بيضاء ، او مذهبة اللون على خلفية سوداء . ومن بينها ٨ رموز رئيسية «كوا» تشير الى الجهات الرئيسية ، وصور واسماء لحيوانات ، ونجوم ، وابراج ، وطباع ، ومشاعر ، وعلائم الحظ والنحس . . . واخيرا ، فى الجهة السفلى لهذا «الجهاز» الغامض ، الذى كان الصينيون يدعونه «الاوجه الاربعة» او «الزوايا الثمانى» (حسب عدد الجهات الاساسية) ، غالبا ما كانت تحتوى على صيغة سحرية لاجل التعاويذ !

ومع مرور الزمن بدأ هذا «الجهاز» يستعمل فى الملاحة ايضا فى ابسط شكل ، بالطبع : فالبحارة العمليون نزعوا منه دوائر العرافين غير اللازمة لهم وابقوا الدائرة الرئيسية للجهات ، او كما نقول اليوم وردة الرياح ، التى ازداد عددها فى الوقت الحاضر (١٢ ، ١٦ او ٢٤ ، خلافا لـ ٣٢ فى الشكل الاوروبى) . . .

اسلاف البوصلة : – ابرة على قشة عائمة او على خيط ، واسماك «مغنطيسية» وسلاحف «من مختلف الاصناف» ، واجهزة للتنبؤ هى مجرد قطعة من الحجر المغنطيسى معوّم على صفحة الماء . . . كم من التنوعات ! ولكن اية واحدة منها ، يا ترى ، هى البوصلة الاولى الاولى ؟

لدى السحرة الصينيين القدماء لقيت لوحة لقراءة البخت اقبالا كبيرا . فما هى ؟ لقد تسنى للعلماء ان يعيدوا تركيبها وفق اوصافها وبفضل اجزاء متفرقة عثر عليها فى مدافن قديمة . كانت «شيخ» ، هكذا كانوا يدعونها ، تتألف من صفيحتين . الصفيحة السفلى مربعة الشكل وترمز الى الارض ، والعليا دائرية وتمثل السماوات . وكانت «صفيحة السماوات» ، التى نقش فى وسطها رسم الدب الاكبر ، تدور على نقطة ارتكاز حول «صفيحة الارض» الثابتة . وفى هذه الاخيرة رسمت علامات «كوا» – جهات الدنيا

الثمانى واسماء ٢٨ برجا . لا احد الآن يستطيع القول كيف كانوا يقرأون البخت بواسطة «شيخ» . يمكن الافتراض ان الامر الصحيح الوحيد هو ان التنبؤات كانت تجرى حسب وضعية «صفيحة السماوات» الدائرة (او ، بعبارة اخرى ، حسب وضعية ذيل الدب الاكبر) .

والآن نورد جملة واحدة فقط من مخطوطة صينية عمرها الفا سنة :

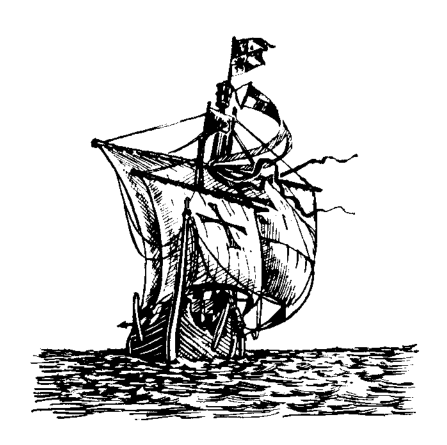
«عندما تُرمى الى الارض ملعقة موجهة من الجنوب فهى تشير الى الجنوب بعد ان تستقر» .

منذ بضعة عقود خلت تسنى للعلماء الصينيين ترجمة هذه الجملة وشرحها بطريقة جديدة . فان اصحاب الفرضية الجديدة قد رأوا فى هذه الجملة استخداما لنموذج جديد للوحة قراءة البخت التى كانت تضطلع فيها بدور «صفيحة السماوات» ملعقة . . . اجل ، ملعقة ! علما بانها قد صنعت ، اولا ، بحيث تستطيع الدوران فى جزئها الكروى على «صفيحة الارض» ، وثانيا ، من حجر المغنطيس بحيث تستقر مسكتها ، شأنها شأن الابرة المغنطسية ، فى خط شمال – جنوب ! لماذا ، قد تتساءلون ، استبدلت «صفيحة السماوات» بالملعقة بالذات ؟ ذلك لان شكل الملعقة يشبه كثيرا الدب الاكبر ، وهى بالذات نموذج فعلى للبرج .

على الرغم من ان الفرضية الجديدة انتشرت انتشارا واسعا ، وان نماذج «البوصلة – الملعقة» ، التى صنعها العلماء بأنفسهم ، اظهرت فى التجارب قدرتها على العمل من حيث المبدأ ، وعلى الرغم من انها تعرض فى المتاحف وأُثبتت صورها على صفحات العديد من الكتب ، فان هذه الفرضية ، مع ذلك ، تعانى من مواطن ضعف غير قليلة . اولا ، ان كون الملعقة ينبغى ان تكون من حجر المغنطيس ليس سوى افتراض لا غير ؛ فان جميع الملاعق التى عثر عليها علماء الآثار اثناء التنقيبات (على اراضى شبه الجزيرة الكورية) هى ملاعق خشبية . ثم انه كان يترتب على صانعى الجهاز ان يتحلوا بفن رفيع : فلكى «تشعر» الملعقة ، الموضوعة على «صفيحة الارض» ، بمجال الارض المغنطيسى كانت تلزم عملية صقل دقيقة للملعقة نفسها وللصفيحة على السواء ؛ علما بان هذه الاخيرة كان

ينبغى صنعها من معدن صلب ، من البرونز مثلا (ان امثال هذه الصفائح ، رغم تواجدها ، كانت فى غالب الاحيـــــان تقطع من الخشب) . كما ان نفس عملية قراءة البخت ليست واضحة : فان الاتجاه نحو الجنوب كان يمكن تعيينه بالطريقة الفلكية بصـــورة اسهل مما بواسطة جهاز قراءة البخت ؛ زد على ذلك ان هذا الاتجاه كان ، فى اماكن معينة كما هو مفروض ، قد اصبح معروفا من الخبرة السابقة لعمليات مراقبة الكواكب . واخيرا ، الامر الاهم : الملعقة كان ينبغى قطعها من حجر المغنطيس بحيث يطابق محورها اتجاه القطعة الممغنطة من حجر المغنطيس ، والا فان المسكة تشير لا الى الجنوب اطلاقا بل الى اية جهة اخرى ! اكيد انه من المستبعد ان القدماء ، الذين كانوا فى المرحلة الاوليـــــة لمعرفة المزايا المغنطيسية ، يستطيعون فعل ذلك .

ولكن ، اذا كان جهاز قراءة البخت ذو الملعقة المغنطيسيـــــة المؤشرة قد وجد فعلا فهو بالذات ذلك السلف نفسه للبوصلة !



الفصل الخامس

جهاز بيار دی ماریکور

. . . عند جدران قلعة لوتشيرا المحاصرة كانت ترفرف منذ عدة ايام رايات ملك نابولى وصقلية شارل الاول . عمـــا قريب الاقتحام الحاسم ، والجميع تسودهم الحركـــة : البعض يصنعون السلالم ، وآخرون يتممون بناء وضبط الآلات الحربية ، وثالثون يحفرون الخنادق . وفى كل مكان يمكن مصادفة المرء نفسه . وهو يمتاز عن غيره من العسكر المزركشين من حيث الثياب ومن حيث السلوك : فهو ليس فارسا ، وليس شبيها بالراهب ، بل وليس محاربا مرتزقا . يبدو انه شخص عالم وجليل اذا كانوا فى كل مكان يسألونه نصيحة ويخاطبونه بكل احترام بعبارة «المعلم بيار» ليس الا . وحتى الملك نفسه يعرج احيانا على خيمته الخاصة المضروبة فى الطرف الاخير للمعسكر عند ضفة النهر .

عندما تنتهى الاعمال العامـــــة تلاحظ احيانا كيف ان هذا الشخص ، المتقدم فى السن وذا الوجه التقشفى والمرتدى معطفا اسود خشنا طويلا بقبعة ، يهبط الى النهر لكى يبتعد ما امكن عن العيون الغريبة : يبدو انه يعشق الوحدة . ولو استطعنا ان نتعقب خطاه لشاهدنا اشياء غريبة . ها هو يجلس على حجر ، واذ يشخص ببصره الى مكان ما فى البعيد خلف الافق ، يستمر طويلا وبلا حراك

يسرح نظرة تائهة . وتارة يلقى نظرة على السماء ويتمتم بشيء ما . او يرسم بغصن على الرمل صورا وعلامات غريبـــــة . ثم تبدو تصرفاته اكثر اثارة للشبهة . فهو يُخرج من الكيس جاما خشبيا كبيرا ويملأه ماء ويجلس فى زاوية حجر معرضة للهواء . وتظهر على مقربة منه مساطر ما وحلقات مسطحة ذات علامات ، وقطــع خشبية ، ودبابيس ، وابر ، وقصاصات خيطان ، وقطع من الشمع ، واخيرا علبة كبيرة الحجم رائعة الصنع . والشخص المشاهد غير المطلع على ما يجرى من اعمال لغزية سوف يزداد دهشـــــة على دهشة عندما يعلم محتواها . فهنا ، على غطاء حريرى احمر ، وضعت كسرات من البلور والماس والزجاج ومجموعة كاملة من قطع معادن وفلزات غير معروفة ، غير مشغولـــــة وذات شكل غير صحيح ، وكذلك قطع مشذبة متطاولة ودائرية : شبيهة اللون بالرصاص ، ورمادية ، وشقراء ، وسوداء ، ونيليـــــة ، وبلون الكبد او الدم القاتم . . . وهذه الكسرات والادوات غير الظريفة تلعب وتتصادم فى يدى صاحبها وكأنها حية !

ولكن ، من يعرف هذا الشخص لن يصاب بالدهشة ، ويمكنه ان يبقى هادئ الاعصاب . اجل ، فقد تكون معروفـــــة لدى بيار الكلمات السحرية وعلامات المشعوذين . الا انه لم يبع نفسه فى يوم من الايام لعدو الجنس البشرى ، وهو يستخدم قوته لما فيه خير الناس فقط .

يقال ان بيار درس جميع العلوم طوال سنوات : الرياضيات ، علم الفلك ، الفلسفة ، الكيمياء ، اللغات . . . وهتك الكثير من اسرار الطبيعة ، وفهم الظاهرات السماوية وفسر صلتها بالظواهر الارضية . وهو يُحسن استخراج المعـــــادن من الفلزات وصهر ومعالجة المعادن ، وصقل الفضة والاحجار الكريمـــــة ، ومسح الاراضى ، وبناء آلات حربيـــــة . وقد اخترع عددا غير قليل من الاجهزة والادوات الجديدة ، وهو مشهور بمعرفته الجيدة للزراعة وفن العمارة . ويؤكدون انه ليس ثمة من سؤال لم يكن باستطاعة بيار عدم الاجابة عنه .

وفى فيلق سلاح الهندسة لقوات شارل الاول كان بيار يشرف على انشاء معسكرات الحصـــــار ، وحفر الانفاق ، وصنع ادوات

الهجوم ، اما فى اوقات الفراغ فينصرف الى العلوم المحببة لديه ، كما فى تلك المرة عندما عندما استرقينا النظر اليه نحن واياك ، او عندما ياتيه فارس من حاشية الملك ويدعوه الى المجلس .

وعندما اجتمع الفرسان النبلاء وقواد الفصائل ورؤساء الورشات ، المدعوون الى المجلس ، فى خيمة الملك وأخذوا اماكنهم ، خاطبهم بقوله :

– لقد دعوناكم وجمعناكم ، ايها السادة الامجاد ، رغبة منا فى مناقشة وبحث خططنا للاسراع فى اخضاع الذين لا يستسلمون لارادتنا .

وكان المحاربون الشجعان يتعاقبون فى الوقوف والكلام ، ولكن سرعان ما بات واضحا : ان عملية الاقتحام مهددة بالفشل . فالنفق الذى شقوه خفية الى اراضى العدو ، الى مؤخرته ، والذى كان المحاصرون يعلقون عليه كل آمالهم تقريبا فى النجاح قد اصطدم بصخرة ولم تكن ثمة اية امكانية على الاطلاق لمواصلة شقه وفق الطريق البسيط ، المستقيم ، المرسوم سابقا . واخذ الحاضرون ، بتكرار متزايد ، ينظرون باتجاه بيار .

– ايها الصديق المفْضِل ، – قال الملك ، اخيرا – ، نريد ان نسمع وان نعلم هل يوجد ثمة اسلوب ووسيلة امينان للتسرب الى القلعة ؟

– يوجد ، يا مولاى .

– وما هذه الوسيلة ؟

– النفق ، يا مولاى .

– ولكن يستحيل شقه !

– يمكن شقه جانبيا .

– لماذا ؟

– للالتفاف على العقبة والعودة الى المكان المرسوم .

– واذا صادفنا حاجزا آخر ؟

– يجب الالتفاف عليه ايضا .

– ولكن كيف يشق صديقنا ممرا معقدا تحت الارض ويصل الى الهدف دون ان يرى علامات اهتداء خارجية ؟

– ليس له عين ولكنه يرى .

– ليس له عين ؟ ويرى ؟ ولكن ، كيف يرى ؟
– بالعينين .
– هل له عينان ؟
– انه حجر .
– الحجر اوقف حافرى النفق .
– كلا ، ليس هذا الحجر ، بل الحجر المغنطيسى .
– أذلك الذى يستعمله البحارة لكى يجدوا شمال الدنيا وطريقهم فى البحر .
– اجل ، يا مولاى .
– وهل يمكن استعماله تحت الارض ؟
– اجل ، يا مولاى . وهذا ما يفعله عمال المناجم .
– لقد سمعنا ، ونرى ونعلم : ان المغنطيس يدل على الشمال بالضبط والجنوب بالضبط . ولكن ، كيف الوصول الى الهدف اذا كان هذا الهدف لا فى الشمال ولا فى الجنوب ، والطريق اليه متعرج وعويص وطويل ؟
– انني اعرف وسيلة .
– ماذا يطلب صديقنا العلاّمة لكى نباشر العمل من جديد ؟
– اطلب يومين وليلتين مليئتين بالنجوم .
عندها قال جلالة الملك :
– بناء على المناقشة مع مجلسنا العظيم وصديقنا نقرر ونأمر بان يحقق بالقدر المطلوب ذلك الذى بمساعدته ينبغى تذليل وازالة العقبة .

استفاد بيار من اليومين اللذين طلبهما من جلالته لكى يفرغ نهائيا من صنع الاداة التى اخترعها منذ زمن غير بعيد .

ومن جديد عادت الاعمال تحت الارض تجرى على قدم وساق . واصبح بيار الآن يوجه خط الممر المتعرج بواسطة «وسيلته» الجديدة وغير العادية .

وسرعان ما تم ايصال النفق السرى الى الموضوع المرسوم . واذ تفرغ بيار موقتا من الخدمة لم يعد يخرج من خيمته الا نادرا .

فما الذى يشغله الآن ؟

فبعد امعان التفكير دونما كلل فى صفات الحجر المغنطيسى الذى ،

كما كان يخيل ، انزلته السماوات نفسها الى الانسان ، وبعد اجراء التجارب والاختراع ، متعثرا احيانا ومتوفقا احيانا اخرى ، ادرك بيار حقائق مستعصية على الآخرين . ان اكتشاف سر غامض ، بما يعود على الناس بالخير ، هو واجب مقدس للمخترع . وقرر بيار ان يكتب رسالة الى صديقه واقرب جار اليه فى بيكارديا : ذلك الذى كان دائما يبدى اشد الاهتمام باعمال بيار . وليكن ذلك رسالة فى شكل مبحث غير كبير . فهذا الصديق ليس فيلسوفا ولا عالما بل رجل عسكرى فقط ، ولكن بيار سيعمل جهده على عرض كل شيء بصورة سهلة المنال ومتتالية .

بعد ان وضع على ركبتيه لفافة من الرق بدأ بيار يكتب :

«صديقى الحميم ! نزولا عند طلبك اشرح بلغة بسيطة الحركات الخفية لحجر المغنطيس . اذ يستحيل ، بالفعل ، ارضاء الفلاسفة اذا لم تشرح الموضوع لان جوهر الاشياء المفيدة لا يدرك بالحواس ويبقى متخفيا فى الظلام ما لم تخرجه الى النور بواسطة المناقشة الصريحة . ان ثقتى الخالصة بك تلزمنى بان اعرض هنا امرا مجهولا لاكثرية العلماء . ساتحدث فقط عن صفات المغنطيس الواضحة . ورغم اننى اتجاسر على تسمية صفاته ، التى تسألنى عنها ، صفات واضحة فهى ليست موضع ثقة ، وهى فى نظر الانسان العادى خداع وخيالات لانها ، بالنسبة للشخص غير المطلع ، سر . الا انها تقدم مساعدة غير قليلة للرحالة الذين يسافرون بعيدا» .

ومن ثم راح بيار يحدث صديقه عن مكنونات معارفه . فشرح له كيف يمكن معرفة حجر المغنطيس بين سائر الاحجار بواسطة اللون والكثافة ، واين تتواجد اقوى احجار المغنطيس . وروى له عن الشبه بين هذا الحجر والسماء ، وبيّن كيف يمكن بواسطة الابرة اكتشاف القطبين على حجر المغنطيس ومعرفة ايا منهما شمالى وايا جنوبى . وكتب عن كيفية اجتذاب المغنطيس لمغنطيس آخر او لقطعة حديد ، وكيف ان الحديدة اذا مسها المغنطيس تستدير نحو قطبى العالم . وبرهن لماذا جهة المغنطيس الشمالية تجتذب الجنوبية ، والعكس بالعكس . وشرح من اين يحصل حجر المغنطيس على خاصية الاستدارة باتجاه الشمال .

وبعد عرض الخواص الطبيعية لحجر المغنطيس انتقل بيار الى

الجزء الثاني من الرسالة ، الى وصف اختراعاته الرئيسية . في البدء بشأن اداتين يمكن بواسطتهما «شق الطريق الى بلدان وجزر ، الى اية اقاليم تريد ، في البحر وفي البر اذا كانت معلومة لديك خطوط العرض والطول الجغرافية» . لقد كان ذلك بوصلتين متقنتين . وفي الختام بيّن بيار لصديقه طريقة صنع عجلة المحرك الابدي .

واليوم باستطاعة بيار ان يكون مرتاح البال : فالعمل انتهى وهو يودع صديقه ، وينجز رسالته : «تم تحريرها في المعسكر ، ابان زمن حصار لوتشيرا في عام ١٢٦٩ في اليـــوم الثامن من تموز (اغسطس) . انتهى المبحث» . واذ تريث قليلا كتب اسمها بعناية : «رسالة بيار بيريغريني دي ماريكور الى سيغير دي فوكوكور ، عسكري . بصدد المغنطيس . كذلك شرح فعل عجلة الحركة الابدية» .

ها اننا تعرفنـــا على عالم شهير من القرن الثالث عشر وعلى اكتشافاته .

وعلى الرغم من ان صفات المغنطيس يشرحها بيار بصورة غامضة نوعا ما ، وعلى الرغم من انه يخطئ احيانـــا فان «رسالته العلمية» المؤلفة من ٣٥٠٠ كلمة تعتبر واحدة من ابرز المساهمات في فيزياء القرون الوسطى بوجه عام والفيزياء التجريبية بوجه خاص !

ان مخطوطة مبحث بيار دي ماريكور معروفة في نسخات عديدة ، يحتفظ باحداها في مكتبة باريس الوطنيـــة . ويمكن الافتراض ان «الرسالة» مارست تأثيرا كبيرا على فيزياء القرون الوسطى . وقد انتشرت انتشارا واسعا وظلت شعبية كثيرا لدرجة انها كانت تقرأ حتى بعد مرور ٣٠٠ سنة على كتابتها ، حتى النصف الثاني من القرن السادس عشر رغم انه كان قد حدث تقدم شديد عند هذا الزمن في مغنطيسية الارض . طبعت مخطوطة «الرسالة» للمرة الاولى عام ١٥٥٨ .

كان بيار دي ماريكور رائدا في امور كثيرة . فهو اول من بيّن كيف يمكن ايجاد الوضع الصحيح لقطبي المغنطيس في التطبيق ؛ واول من اعطى قاعدة معرفة اي من القطبين شمالي واي جنوبي (بل وان تسمية قطبي المغنطيس اعطاها بيار نفسه !) ، واول من برهن على استحالة انفصال القطبين عن بعضهما البعض في المغنطيس ؛ وميكانيزم الحركة «الابدية» الذي اخترعه هو ، رغم كل عدم صحة

الفكرة (يمكن الحكم على ذلك بكل سهولـــــة من اوج معارف القرن العشرين !) ، نموذج ووليد الاجهزة العصرية التى تدار بالمغنطيس !

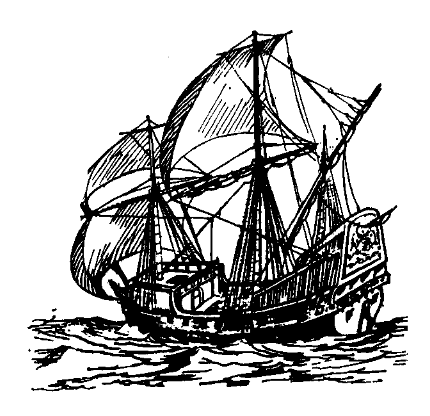
واليكم الامور الجديدة التى ادخلها ماريكور الى بوصلة ذلك الزمن . اولا ، جمع بين البوصلة وبين الاسطرلاب وهو جهاز يتكون من مدرّج دائرى مقسّم الى ٣٦٠ درجة وجهاز بصرى . ان تصميـــم البوصلة هذا كان يتيح للبحارة ليس فقط ادارة السفينة بل تعيين سموت الاجرام السماوية ايضا . (كان بيـــار يحدد وضعية الاشياء حسب سموتها المغنطيسية كما يحدث الآن ايضا ابان عمليات المسح بواسطة البوصلة !) . ثانيا ، اخترع بوصلة لا تسبح الابرة فيها بل تدور على ساق عمودية ، اى ما يسمى البوصلة الجافـــــة او الهوائية . وهاكم وصفها :

«يصنع وعاء من الشخب او النحاس الاصفر او اى معدن صلب آخر تريده ، وينبغى خرطه فى شكل ابريق واسع كفاية وغير عميق ، ويضاف اليه غطاء من مادة شفافة على غرار الزجاج او البلور . ويكون من الافضل لو صنع الوعاء نفسه من مادة شفافة . وليوضـــع فى وسط وعاء كهذا ساق رفيع من النحاس الاصفر او الفضة يتكئ طرفاه على جزئى الوعاء ، اى على الجزء الاعلى والجزء الاسفل . ثم يصنع فى هذا الساق ثقبان متعامدان ، ويوضع قضيب حديدى صغير فى احد الثقبين ، وفى الثقب الآخر قضيب صغير من الفضـــــة او النحاس الاصفر بحيث يتقاطعان بزواية قائمة . وليقسم الغطاء بادئ الامر الى اربعة اقسام وكل قسم الى ٩٠ جزءا . . . ولترسم عليه نقاط الشمال ، الجنوب ، الشرق ، الغرب ، وتضاف اليه مسطرة من مادة شفافة ذات رأسين عموديين فى طرفيها . ثم قرّب من الوعاء ايا شئت من طرفى المغنطيس ، الشمالى او الجنوبى حسبما تريد ، الى ان يستدير العقرب نحوه ويستمد منه قوة . عندما يحدث ذلك ادر الوعاء ريثما يتوقف احد طرفى العقرب فى جهة شمال الآلة . . . وعند ذلك ادر المسطرة اثناء النهار صوب الشمس ، واثناء الليل صوب النجوم . . . (بحيث يصبح الكوكب او الشمس ورأســـــا المسطرة قائمة على خط واحد – **المؤلف**)» .

ان اداة بيار دى ماريكور هذه تشبه البوصلات البسيطـــــة العصرية .

ويمكن للقارئ ان يتحقق من ذلك بسهولة اذا ما قارن بين رسم اختراع بيار وبين البوصلة السياحية العادية ووجد فيهما التشابه فى الامر الرئيسى : فى طريقة تعليق العقرب ، ووجود الدائرة المقسمة الى درجات ، والجهاز البصرى الدوار ايضا .

ولكى يتخذ هذا الجهاز مظهر بوصلة بحرية عصرية كان ينبغى القيام بعملية تحسين حاسمة اخرى . وقد ابتكر ذلك ، كما تدل جميع الظواهر ، بحارة متمرسون فى القرن الرابع عشر اغلب الظن .



الفصل السادس

وردة الرياح او كم للمخترع من تسميات

مما لا شك فيه ان البوصلات المغنطيسية الاولى ، البدائية التركيب ، قد كانت بالنسبة للبحارة اجهزة لا تقدر بثمن . غير انها كانت فى الوقت نفسه ، بالطبع ، لا تزال ادوات سمجة وغير مريحة فى الاستعمال . فالمؤشر العائم – الابرة المثبتة على عود خشبى متطاول عائم – كان قليل الطاعة ، ولا سيما فى الطقس العاصف : فقد كان «يرقص» على صفحة الماء المضطربة فى الوعاء ، ويرتطم بالجدران ، ويهبط ببطء . وكان الامر يتطلب ، بغية تحديد الاتجاه ، تهدئة «الجهاز» بوضعه على اليد .

ثم ان احد البحارين التقط بنظره الثاقب ما كان يفوت الآخرين : فقد لاحظ ان الذين يحملون ماء او حليبا فى وعاء واسع دائرى ، عادة ، يعمدون ، لكيلا يطفح السائل ، الى وضع ورقة عريضة من نبات ما او خشبة دائرية فوقه . واستبدل البحار الفطن فى بوصلته العوامة المتقلبة الاطوار المستطيلة الشكل بعوامة خشبية دائرية .

وبظهور البوصلة الجافة ، التى كان العقرب فيها يثبت على رأس عمودى ، اصبح المؤشر اكثر استقرارا . اما عندما زودوا الجهاز بمدرّج مقسم فقد بات اكثر دقة ايضا . غير ان هذا الدليل لم يكن يرضى الربابنة حتى النهاية : فلدى قيادتهم السفينة كان يترتب عليهم ابقاء العقرب فى اتجاه معاكس لخط سير السفينة ، او الجمع بين

الارينة وبين خط غير مرئى يمر عبر البوصلة . وهنا بالذات تم ادخال التعديل الرئيسى فى اداة البحارة .

احد التنويهات الواضحة الاولى عن هذه الاداة نجده عند الايطالى فرنتشيسكو دى برتولو . علّم دى برتولو ، وهو من مواطنى بيزا وكاتب عقود ومدون تاريخها ، مدة طويلة الفنون «الجميلة» ، وكان قصاصا ماهرا . وحوالى عام ١٣٨٠ طلب اذنا بقراءة «الكوميديـــا الالهية» لدانتى على الملأ . وحوّل محاضراته الى شروح عميقة وغنية المضمون لان هذا الكتاب تبدّى غير مفهوم بالنسبة للكثيرين . ولدى اعداده للطبع كتب دى برتولو تعليقـا مفصلا وردت فيه السطور التالية :

«كان لدى البحارة علبـــة ، فى وسطها عمود صغير يرتكز عليه . . . قرص صغير من الورق الخفيف . . . وكان لهذا القرص بضع زوايا حادة فى هيئة نجمة ، وعليه كان يثبت عقرب يبرز رأسه الى الخارج . وكان البحارة ، اذا ارادوا معرفة جهة الشمال ، يمنغطون الرأس بحكّه على مغنطيس . ومن ثم . . . يبعدون المغنطيس . . . وكان (القرص) يتوقف دائما مشيرا الى الشمال بصرف النظر عن المكان الذى كان يوجد فيه البحارة وعن خط سيرهم» .

اجل ، ان ذلك ، فى جوهر الامر ، وصف للبوصلة البحريـــة الحقيقية ذات اللوحة المقسمة وعليها وردة الرياح . ان نقل المدرج المرقّم من جسم البوصلة الى اللوحة الدوارة ورسم وردة الرياح عليها ، – والحال ان مراقبة اتجاه الريح فى المراكب الشراعية كان امرا هاما جدا – قد جعـــل هذا الجهاز ملائمـــا اكثر من الاجهزة السابقة . بعد هذا اصبحت علبة البوصلة لا تحتوى الا على علامة المحور الطولى للسفينة ، بينما يحدد المقود وجهة دائرة البوصلة حسب اللوحة مباشرة ويستطيع الحفاظ على خط السير بدقة اكبر بكثير مما فى السابق .

ينبغى القول ان وردة الرياح اقدم بكثير من ذات البوصلة . ففى العصر الرومانى واليونانى القديم كانوا يقسمون دائرة الافق الى اربعة اجزاء متساوية ، الى اربع وجهات دائرة اولية : شرق ، جنوب ، غرب ، شمال .

فيما بعد تبدّى هذا التقسيم غير كاف ، فاضافوا اربع جهات

اخرى وسطية للريح الفوا اسماءها من اسماء الرياح الرئيسية . مثلا الشرق والجنوب كوّنا الجهة الجنوبية الشرقية . وقد نقشت وردة الجهات (الرياح) الثمانى فى هيكل الرياح المثمّن الاضلاع فى اثينا .

ومن الطريف ان اسماء الجهات الاضافيـــة حصل عليها الاقدمون ليس على الاطلاق كما يحدث فى ايامنا هذه لدى معارفنا عن الكرة الارضية والكون . فالآن اعتدنا ان نعتمد دائرة الطول (الزوال) جهة رئيسية وان نقسم الارض الى نصف كرة شمالى ونصف جنوبى ، وبالتالى ، ان نعتمد الجنوب والشمال وجهتى دائرة رئيسيتين ، تاركين الشرق والغرب فى المقام الثانى . اما هوميروس فقد كان يعرف الجهتين الليلية والنهارية فقط للارض ، ولذا بالذات فهو يعتمد الشرق والغرب للارض جزئين رئيسيين .

فبم يفسر هذا التفضيل ؟ ان مرد ذلك يعود الى انه كان يجرى فى الازمنة القديمة السجود للشرق بالدرجة الاولى .فالشرق كان بلاد الشمس التى تمنح الحياة لكل ما هو دنيوى . واهمية الشرق المهيمنة تتراءى بشكل واضح ايضا فى الخرائط الجغرافية القديمة . لقد اعتدنا على ان تكون الجهة العليا للخرائط العصرية موجهة عادة نحو الشمال ، ونحن نقرأ جميع الكتابات عليها وكأن وجهنا متجة نحو الشمال . اما الخرائط القديمة فهى مصوبة فى اتجاه آخر ، حسب خط غرب — شرق كقاعدة ، وبغية قراءة كتاباتها ينبغى النظر باتجاه بزوغ الشمس .

اما فى الصين فقد كان الجنوب الجهة الرئيسية للدنيا . ونحو الجنوب بالذات صُوبت واجهة القصر الامبراطورى والعرش ، وكان الامبراطور يجلس الى مائدة الغداء ووجهه صوب الجنوب . ونقطة الاهتداء الرئيسية للبحارة ، نجم القطب — «النجم الاهم فى السماء» بالصينية ، كانت تُعد ارفع تطابق لعرش الامبراطور وتعتبر مصوبة نحو الجنوب ايضا . ودور الجنوب فى طقوس الصينيين يفسر ايضا تفضيل اللون الاصفر (الشمس) بينما لون الحداد هو اللون الابيض المرتبط بالشمال (الثلج) . ولهذا السبب بالذات كانت البوصلة المغنطيسية ايضا لديهم تدعى «مؤشر الجنوب» .

مع مرور الزمن تبدت الجهات (الرياح) الثمانى ايضا غير كافية ، فاخذوا يقسمون دائرة الافق الى ١٢ جزءا ، ومن جديد كانوا يحصلون

على تسميات الجهات الجديدة من الجمع بين تسميات الجهات السابقة . وظل هذا التقسيم كافيا طوال فترة مديدة من الزمن .

وبمقدار ما كان يجرى تحسين واتقان البوصلة وازدياد متطلبات الدقة فى الملاحة كان يتكاثر عدد التقسيمات على اللوحة . فكانت ثمة بوصلات ذات ١٢ ، ١٦ ، ٢٤ ، ٢٦ ، ٣٢ ، ٤٠ ، ٦٠ ، ٦٤ ، ١٠٠ ، ١٢٨ ، ٣٦٠ ، ٤٠٠ جزء واكثر ، علما بانه كانت تصادف ايضا بوصلات ذات تقسيمات غير متساوية ! وبالاضافة الى ذلك كانت توجد انظمة متنوعة لتسمية الوجهات الوسطية للدائرة ، وكانت توضع مصطلحات مختلفة بحيث لم يكن من السهل حتى على البحار ان يفقهها . لذلك فقد كانت اسماء جهات الدنيا تدرج من كل بد فى جميع الكتب المدرسية فى الملاحة ، بينما كانت المطبوعات البحرية تنشر دائما مقترحات حول كيفية تبسيط وصف وردة الرياح .

فى البدء كانت وجهات الدائرة الرئيسية فى اللوحة تسمّى ، كقاعدة ، بالاحرف الاولى لاسماء الرياح . ولكن كانت ثمة ايضا استثناءات من القاعدة العامة : فكثيرا ما كان يُرمز الى الشرق بصليب ، والى الغرب بالشمس الغاربة ، بينما كان الصينيون يعينون جهات الافق حتى بتماثيل رمزية للحيوانات . وكان الجميع يبرزون بشكل خاص الوجهة الاولى لدائرة البوصلة – الشمال . ففى اللوحات المرقمة القديمة كان الشمال يرسم برأس واضح المعالم لسهم او حربة ، وبصليب او بعلامة T مزدان بزخارف ، او بنجمة سباعية (رمز برج الدب الاكبر) ، او بمرساة ، وغير ذلك . . . غير ان الصورة الاكثر شمولا لتعيين الشمال كانت ولا تزال زهرة السوسن .

وكانت تصنع بصورة فريدة فى نوعها البوصلة العربية البرية التى كان الرحالة يعينون بواسطتها القبلة . فعلى لوحة «بيت الابرة» – هكذا كانت تدعى البوصلة – كان يوضع لا رسم وردة الرياح اللازمة للبحارة بل رسم مصلّ فى مكة . وكان قرص اللوحة ذو الابرتين المغنطيستين يرتكز بقمع مخروطى الشكل على رأس دبوس ، واذ يدور عليه يتوقف بحيث يشير الى القبلة . وقد وضع محمد بن ابى بكر كتابا فى عامى ١٣٩٩ – ١٤٠٠ عن هذه البوصلة التى كان يعجب بها ايما اعجاب .

ان وردة الرياح على لوحة البوصلة تشبه نجمة متعددة الرؤوس : «كان التجار والقراصنة يجوبون البحار . . . مع صندوق نجومي يشير فيه المغنطيس الى الشمال . . .» – هكذا تغنّى بها . . . «مايسترو علم اللاهوت» الراهب ليوناردو داتي فى قصيدة كتبها عند ملتقى القرنين الرابع عشر والخامس عشر .

كانت وردات الرياح على الخرائط البحرية ولوحات البوصلات تلوّن بالوان مختلفة . وكانت توجد تقاليد فى هذا الفن ، غير ان الشيء الكثير كان يتوقف على ذوق الفنان . وفى معظم الاحيان كانوا يستعملون الوانا زاهية ساطعة ، وكان اللونان الذهبى والفضى يتمتعان بشعبية خاصة . وكانت القاعدة المتبعة رسم الجهات الرئيسية والجهات النصفية والجهات الربعية بالوان مختلفة . مثلا ، فى وردات رياح الخرائط الايطالية فى القرن ١٥ كانت الجهات الرئيسية ذهبية ، والنصفية خضراء ، والربعية حمراء .

يصعب القول متى بدأ البحارة فى اوروبا للمرة الاولى رسم وردة الرياح . وكان رايمون لولى فى كتابيه الموضوعين عام ١٢٨٦ وعام ١٢٩٥ ، لدى سرده الادوات الضرورية لقيادة السفن ، قد ذكر بوجه خاص «النجم البحرى» ، الذى لم يكن سوى لوحة بوصلة مقسمة الى وجهات دائرة .

اما فى الشرق الاقصى فقد ظل الملاحون الصينيون واليابانيون يسترشدون مدة طويلة بابرة عائمة صغيرة او بأبرة على دبوس . وفى القرن السادس عشر فقط اخذ اليابانيون عن الاوروبيين لوحة الجهات المثبتة على دبوس ، وانتقلت من اليابانيين تدريجيا الى الصينيين .

هل يمكن الاجابة عن السؤالين التاليين : متى واين وعلى يد من صنعت البوصلة البحرية فى شكلها العصرى ؟ ومن ذا الذى ابتكر الحلقة الخفيفة البسيطة مع مغنطيس ، ومن وضعها على رأس دبوس وقسّم اللوحة الى وجهات دائرة ولوّن «وردة الرياح» ؟

الكثيرون من القراء ، اغلب الظن ، يعرفون الجواب من المطبوعات الشعبية . ففى العديد من الكتب باستطاعة المرء ان يقرأ ان البوصلة البحرية اخترعها البحار فلافيو جويا فى المدينة الايطالية الجنوبية امالفى فى مطلع القرن الرابع عشر . وقد خلّد

مواطنوه الممتنون ذكـــراه باقامة تمثال له ، وهو يزين مبنـــى البورصة فى نابولى ، وفى عام ١٩٠١ اقاموا احتفالات بالذكـــرى ٦٠٠ لاختراعه .

اذا كان القارىء يظن الآن انه قد حلت فى تاريخ البوصلة ، مع اسمى بيار دى ماريكور وفلافيو جويا ، الفترة التى انتهى بها عهد الاساطير والاختلاق والمتاهات ، فهو يخطىء كثيرا .

ففى نهاية القرن السادس عشر كتب احد الثقاة فى حقل الملاحة البحرية ان الزعم بان الشخص المدعو فلافيو من امالفى اختـــرع البوصلة ليس سوى حكاية خرافية غير موفقة ذات مغزى قليل جدا ! ولكن ليس ثمة من اسطورة ، لها علاقة ببداية البوصلة ، لـــم تستأثر باهتمام واسع الى هذا الحد لدى المؤرخين وحتى السلطات الرسمية كالذى استأثرت به هذه «الحكاية» !

اليكم كيف نشأت هذه الحكاية .

عند حوالى عام ١٤٥٠ ، اى بعد مرور قرابة ٢٥٠ سنـــة على الزمن الذى اصبحت فيه البوصلة معروفة فى اوروبا فى شكلهـــا البدائى ، يتحدث سكرتير البابا فلافيو بييندو (احفظ اسمه !) فى مؤلفه «وصف ايطاليا» كما عن اسطورة (اذ يكتب «يزعمون . . .») ان اهالى مدينة امالفى يحسنون استعمال المغنطيس فى قيـــادة السفن وان ذلك ، كما يزعمون ، من ابتكارهم .

وبعد مرور خمس سنوات كتب انطونيو بيكاديللى (بانورميتا) ، العالم الحقوقى والكاتب والشاعر ، فى احدى قصائده : «ان امالفى هى اول من علّم البحارة المغنطيس» . لنلاحظ انـه لا ينسب على الاطلاق اختراع البوصلة الى اهالى امالفى .

ينبغى القول ان الايطاليين فى ذلك الزمن ، حتى عهد هنريخ البحّار ، كانوا على العموم الامة الاكثر مهارة فى قيادة السفن ، ولا عجب فى ان يعود الى اهل امالفى فضل الاسبقية فى استخـــدام البوصلة . فى القرون الوسطى المبكـــرة كانت امالفى مدينة — جمهورية مزدهرة بفضل التجارة البحرية الواسعة التطور . وتمكّن مواطنوها من شغل مكان لهم فى تجارة العرب البحرية الواسعة . واذ كانوا يتعاطون عمليات مقايضة ووساطة اثناء نقل البضائـــع فقد كانت توجد لديهم فى اماكن كثيرة من ايطاليا ومصر وسورية

بيوت تجارة ومستودعات ، وكانوا فى كل مكان يُستقبلون كتجار كما كانوا يعتبرونهم ملاحين جيدين .

وهكذا يصبح مفهوما لماذا استطاعت امالفى ان تغدو المروّج الرئيسى للبوصلة .

ويمر نصف قرن ونيف على تصريح بييندو ، واذا بمعلق لاذع يتفوه دون ان يرف له جفن ، وهو يستشهد به : «يزعمـــون ان فلافيو ابتكر فى امالفى المغنطيس الذى لم يكن معروفا قبل ذلك كوسيلة مساعدة» ! لقد تحول اسم المؤرخ سكرتير البابا فلافيــو بييندو الى اسم المخترع ! !

وابتداء من هذا الزمن اخذ فلافيو من امالفى «يعيش» فى اعمال مؤلفين آخرين .

تلك هى بداية «الحكاية» . وهاكم تفاصيلها .

فى عام ١٥٨٦ اضافوا عائلة جويا فجأة ، بدون اية مسوغات ، الى اسم البحار فلافيو ؛ وبصورة مفاجئة كذلك يكشف عن زمـــن الاختراع : «حوالى عام ١٣٠٠» . غريب ! ان محسننا للبشرية مجهولا طوال ثلاثة قرون تقريبا قد اخذ بجهود مؤرخين نشطـــاء يكتسب مظهرا واقعيا .

فكيف حدث ان فلافيو قد اصبح جويا ايضا ؟ ان اسم جويا ليس اسما نادرا للعائلات الايطالية . ويمكنه ان يكون تسمية جغرافية ايضا . فحتى الآن توجد فى جنوب ايطاليا بلدتان غير كبيرتان : جويا ديل كوليه البرية وجويا تاوورو الساحلية .

ويقال ، قد يكون حدث هكذا ايضا : احد الاشخاص قرأ او سمع ان المدعو غويو (أتذكرون ذلك الفرنسى من بروفين ؟) كان على صلة بفن البحارة المتعلق بايجاد السبيل فى البحر بواسطـة ابرة مغنطيسية ، فحوّر اسم غويو بطريقة ايطالية . فغويو اصبح جويا ! واخيرا ، حلّوا دفعة واحدة «العقدة الجوردية» لهذه البلبلة بان عملوا من شخص واحد شخصين : جويا وفلافيو !

احد المؤرخين الامالفيين ، «مواطن» فلافيو ، نقّب جيدا فـــى مختلف الارشيفات والمكتبات ، وراجع بصبر عظيم ٤٥٠٠ رقـاق لمدينة امالفى فى القرون التاسع – السادس عشر محاولا ان يجد فيها اية تأكيدات على اشتراك جويا فى ابتكار البوصلـــــة او

تحسينها . ودرسوا علامات تشبه الابرة المغنطيسية و«وردة الرياح» وخلافهما ، على الشعارات القديمة للعائلات والمدن الشهيرة ، والرايات ، والبيارق . . . ولكن بدون فائدة : فلم يتسن ايجاد شهادة واحدة ولا واقع تاريخي واحد يمكن الوثوق بصحتهما . غير ان فى وسع القارىء ان يتعرف على المخترع الشهير من صورته المحفورة على لوحة نحاس لا احد يعرف من اين ظهر منذ اكثر من مائة عام مضت . وانصار الوجود الفعلي لجويا لا يضيرهم بأى حال من الاحوال كون صورته تشبه حكيما رومانيا او اغريقيا اكثر مما تشبه بحارا ايطاليا .

واليكم الاجوبة الواردة فى هذا التاريخ «الحكاياتى» لمخترع البوصلة البحرية عن الاسئلة الاخرى .

سؤال : مكان الاختراع ؟

جواب : امالفى ، ميلفى ، امالفى تدعى الآن ميلفى !! ، نابولى ، بازيتانو .

سؤال : زمن الاختراع ؟

جواب : حوالى عام ١٣٠٠ ، عام ١٣٠٠ ، عام ١٣٠٢ ، عام ١٣٢٠... (او هكذا : فى عام ١٣٠٠ ولد فلافيو) .

سؤال : ما الذى فعله فلافيو فعلا ؟

جواب : اخترع بوصلة ؛ اخترع بوصلة ووسائل مساعدة اخرى لاجل قيادة السفن ؛ اخترع لا البوصلة وحسب بل وضع خريطة بحرية ايضا ؛ حسّن البوصلة ، جويا اخترع وفلافيو حسّن ؛ وضع نظرية البوصلة ؛ علّق عقربا مغنطيسيا على دبوس ؛ ابتكر لوحة تقسيم الجهات ؛ وضع «مغنطيسا فى علبة» ؛ قسّم اللوحة الى ٣٢ وجهة ؛ وذلك كله ايضا فى صيغ وتركيبات مختلفة !

اما نهاية «الحكاية» فقد اصبح يعرفها القارىء : ان الاسطورة عن فلافيو جويا الوهمى لاتزال حية . واذا كان فيها ولو شىء من الحقيقة فهو فقط ان البحارة الايطاليين الجنوبيين ساهموا فى تحسين البوصلة .

ريثما كان الكثيرون يناقشون فى الرواية عن اختراع الامالفيين للبوصلة ، كان علماء آخرون يدافعون عن اسبقية امم اخرى فى ذلك .

فبعضهم كانوا يريدون ان يروا فى الكمفريين والتيفتونيين مخترعين للبوصلة ، موردين برهانا على ذلك ان اكثرية الامم تسمى وجهات دائرة البوصلة الـ٣٢ باللغة الالمانية . وكان آخرون يدّعون ان الفلاماندبين هم الذين اخترعوا البوصلة البحرية . وكان ثالثون يدافعون بحزم عن اولوية انجلترا فى ذلك : «.. ان البوصلة البحرية ، المفيدة جدا فى قيادة السفن ، كانت فى بداية الامر ابتكارا انجليزيا» لان كلمة «بوصلة» هى ، كما يقال ، كلمة انجليزية قديمة . وكان رابعون ، اذ يعجبون بفن الملاحة لدى الفيكينغيين ، يعتبرون مخترعين للبوصلة هؤلاء الملاحين الجسورين بالذات الذين كانوا يطوفون البحار الشمالية المكشوفة بكل ثقة واصبحوا منذ القرن العاشر يعرجون على ايسلاندا وغرينلاند . وكان عدد غير قليل ينسب الى الفرنسيين شرف اختراع وتحسين البوصلة ؛ ذلك لان الجميع يضعون علامة الشمال على لوحة البوصلة فى شكل زهرة سوسن مقلّدة ، ومن المعروف لكل شخص ان هذه الزهرة هى رمز الامة الفرنسية . صحيح ان دوقات انجو ، الذين كانوا يسيطرون على نابولى وامالفى فى القرون الوسطى ، كانوا يرسمون هذه الزهرة على بيارقهم . ولكن ينبغى ان يؤخذ فى الحسبان ان زهرة السوسن ، كمادة تزيين او شعار يرسم على الدروع ، هى علامة قديمة جدا . وهى تعود فى تاريخها الى العصور الامبراطورية البيزنطية على اقل تقدير ، بل وقد تعود حتى الى مصر القديمة التى ظهرت منها بنتيجة تطور رسم زهرة اللوطس . اما كيف باتت زهرة السوسن بالذات جزءا من وردة الرياح على لوحة البوصلة فلا احد يعلم . ان احد التفسيرات الاقرب الى الصحة يكمن فى ان زهرة السوسن هى مجرد تزيين لعلامة T الذى هو علامة ريح ترامونتانو الشمالية او تطوير لشكل رأس السهم المغنطيسى . وزهرة السوسن هى بالاحرى آخر شىء يضاف الى الوردة ، وقد ظهرت فى نهاية القرن الرابع عشر ، اى بعد مرور حوالى ٢٠٠ عام على اختراع جويا الاسطورى . ومن المحتمل تماما ان البحارة الفلاماندبين ، الذين اقتبسوا من الفرنسيين اسماء الرياح ، اخذوا منهم ايضا شعار الدروع ، وبعد مرور زمن طويل وضعوه كعلامة على لوحة البوصلة . وقد اورد البعض «التدقيقات»

التالية : البوصلة ، بالطبع ، اخترعت فى فرنسا ، وقد يكون جرى تغييرها بعض الشىء فى امالفى ، والامر الذى لا يرقى اليه الشك هو انه جرى تحسينها فى . . . البرتغال . وثمة من يزعم ان البوصلة جلبها الى اوروبا ماركو بولو من الصين . وبعض آخرون اعتبروا صاحبة الاختراع شخصيات تاريخية فعلية : البابا سيلفستر الثانى ، الملك لويس التاسع (لويس القديس) ، الراهب روجر بيكون ، دانتى اليغييرى مؤلف «الكوميديا الالهية» وناقده فرنتشيسكو دى برتولو دا بوتى ، سكرتير البابا بييندو المعروف عندنا . . .

البوصلة ، البوصلة البحرية ، الحُك . . .

لقد آن الاوان لاستقصاء هذه المفاهيم ، والا نجازف بان نسدى بقسطنا فى «الحكاية الدارجة» عن البوصلة اذا لم نحدد الالفاظ .

تعالوا نستعيد فى ذاكرتنا المراحل الاساسية للعملية الطويلة جدا ، عملية تكييف خصائص المغنطيس مع اهتداء السبيل حسب جهات الافق ونشرح بالمناسبة المصطلحات الاساسية التى ساهمت فى هذه العملية فى مختلف اللغات .

لنبدأ من تلك الفترة التى اكتشفوا فيها ان المغنطيس او العقرب الممغنط به ، اذا وضعا على صفحة الماء او علقا بخيط ، يتخذان وضعية وفق الخط القطبى . وقد انعكست ميزة المغنطيس هذه فى تسمياته . فالصينيون سموه «تشجيو-شى» او «شه-شى» ، والفييتناميون «آ نام تشام» ، والانجليز «لوودستون» ، والهولنديون والسويدون «زيغيلستاين» ، والنروجيون «لايدرستاين» . ان هذا كله يعنى «حجر لاجل التوجه» او «حجر موجّه» او «حجر يدل على الجنوب» . وفى ايطاليا اخذوا يدعون المؤشر فى هيئة عقرب (او ابرة) مغنطيسى موضوع فى انبوب من القصب (او غيره) عائم على الماء ، «كالاميتا» ، وانتقلت هذه التسمية من الانبوب الى المغنطيس (اما لانه كان يمكن استخدامه بدلا من العقرب ، واما لانه كان ينقل اليه خاصيته غير العادية) ، وفيما بعد انتقلت الى الجهاز كله ، الى العقرب او المغنطيس العائم فى علبة مقفلة . كالاميتا – ذلك هو الاسم الاول لابسط البوصلات

التى يمكن تسميتها ، بكلام ادق ، «مؤشر الشمال» بكل بساطة .

وعندما بدأوا يضعون المغنطيس (او العقرب) فى علبة بغطاء لحمايته من الهواء حصل الجهاز على تسمية متشابهة كثيرا فى اللغات الاوروبية : بوصولو ، بوصولا ، بروكصولا ، بوصلة . . . وهى تعود فى اصلها الى الكلمة اليونانية «بيكسوس» (شكل محرّف لاتينيا لكلمة «بوكسوس») ، اى تسمية العلبة التى كانت فى بادىء الامر تصنع من خشب شجرة «بوّسو» — شجرة الزان . ومن الطريف انه كانت توجد تسميات مشابهة فى انحاء اخرى ايضا من العالم : «بيت (علبة) الابرة» عند العرب ؛ «علبة الجهات» ؛ «علبة النجوم» (اى وردة الرياح) عند الصينيين . والاستعمال الاول للكلمة الجديدة لجهاز الملاحة نجده عند فرنتشيسكو دى برتولو حوالى عام ١٣٨٠ . تذكّروا بداية تعليقه على «الكوميديا الالهية» لدانتى : «لدى البحارة علبة (حرفيا : «بوصولا») . . .» .

ان مصطلح «كومباص» ، شأنه شأن مصطلح «بوصلة» ، كان قيد الاستعمال ايضا قبل زمن طويل من اختراع الجهاز نفسه . فقد اطلقت تسمية «كومباص» فى بادىء الامر على الخريطة البحرية التى اشير فيها ، فضلا عن رسوم الشواطىء والاتجاهات الرئيسية للرياح المختلفة ، الى المسافات بين المرافىء وغيرها من المعلومات الاخرى الضرورية والمفيدة لاجل قيادة السفن والتجارة . وكانت مثل هذه الخريطة (من اللاتينية : «كوميس باصوم» — دليل الطريق) ، اذ تشير الى افضل طريق لقيادة السفينة ، مساعدا للبحارة لا يعوض . ولهذا الهدف كانت تستخدم «الوسيلة المساعدة» الجديدة ايضا ، كما كان الملاحون يسمون ادوات الملاحة . ومن الطبيعى تماما ان هذه الوسيلة اتخذت التسمية الجاهزة «كومباص» . ثمة وجهة نظر اخرى . فغالبا ما كانت الخرائط البحرية ذات شكل دائرى (فى الفضاء المكشوف يبدو السماء كالقرص !) وتشبه كثيرا قرص لوحة البوصلة . ومن المحتمل انه بسبب هذا الشبه بالذات اخذوا يطلقون تسمية «كومباص» فى البدء على اللوحة ومن ثم على الجهاز برمته . ومهما يكن من امر فقد حدث ذلك عندما تم ادخال اللوحة الى البوصلة ،

وهى عنصر مميز للبوصلة البحرية . التنويهات الاولى عن ان البوصلة تدعى «كومباص» نجدها فى القرن الخامس عشر فقط ! فقبل ذلك ، وكانت اصبحت تستعمل منذ مئات السنين ، كانت تدعى على نحو آخر (بوصلة ، وما شابه) .

كانت كلمة كومباص فى القرون الوسطى تطلق على . . . الساعة الشمسية ايضا ! فبغية معرفة الوقت الصحيح كان ينبغى نصبها بكل دقة وفق جهات الافق . ومن اجل ذلك كانوا يضيفون الى الساعة عقربا مغنطيسيا . وبفضل ذلك ، وكذلك بفضل تلك الفائدة التى كانت تقدمها هذه الساعة للرحلات ، اطلقت عليها تسمية مماثلة . «خذ معك ساعة شمسية صغيرة ذات كالاميتا (تدعى كومباص)» - نقرأ فى رسالة قروسطية .

من البديهى ان تحسين المؤشر المغنطيسى فى البلدان الاخرى سار بطريقته الخاصة ، فقد كانت لدى هذه البلدان تقاليدها الخاصة ، لذا «فلا يعرفون» فيها «الكومباص» ولا «البوصلة» . فهو فى الصين «مؤشر الجنوب» و«المرآة الموجهة» و«مرآة الجهات» ، وهو فى اليابان «مرآة موجهة» و«مؤشر الجنوب» ايضا و«لوحة موجهة» ، وفى شبه جزيرة هندستان «مؤشر القطبين» ، وفى الخليج العربى «العقرب الدال على القطب» و«مؤشر القبلة» و«مرآة المعرفة» . اما البحارة الروس فكانوا يطلقون على البوصلة بالعامية اسما تبجيليا وهو «الام» لانها الاداة الرئيسية والاولى لدى الملاحين ، والتى بدونها يستحيل الانطلاق فى رحلة بحرية بعيدة .

والآن لنستخلص الحصيلة . ولنجب على الاسئلة الرئيسية التى تقلق بال الجميع : من هو اذن صاحب اختراع البوصلة ؟ ومتى واين تم اختراعها ؟

ان اساس اختراع البشرية العظيم هذا ينبغى البحث عنه هناك حيث تم لاول مرة اكتشاف الاحجار المغنطيسية ، اى الاحجار ذات القدرة على اجتذاب قطعة من الحجر نفسه او من الحديد . تروى الاساطير ان ميزة الاجتذاب لدى الاحجار المغنطيسية معروفة منذ اقدم العصور . غير ان الحس السليم يوحى بان هذه الميزة كان يمكن ان تلاحظ فى الكثير من ارجاء الدنيا التى توجد فيها مكامن حجر المغنطيس ، وذلك بصورة مستقلة احدهما عن الآخر

وبالطريقة نفسها كان يمكن ان تحدث الخطوة الثانية في طريق ولادة الاختراع – اى اكتشاف واقع ان الحديد والفولاذ يتمغنطان لدى احتكاكهما بالمغنطيس .

والخطوة التالية قام بها ذلك الذى استرعت انتباهه قبل غيره قطبية المغنطيس (او الحديد الممغنط) وميزته في اتخاذ وجهة معينة في الفضاء ، والذى لاحظ فيما بعد ان المغنطيس يشير لدى ذلك الى الشمال والجنوب .

على الرغم من ان عددا غير قليل من المؤرخين ينسبون هذا الاكتشاف الى الصينيين فان احدث المعطيات تؤكد ان ميزة المغنطيس الموجهة كان يمكن ان تعرف في العالم الجديد ايضا ، بل وقبل الصينيين بوقت طويل .

. . . فى عام ١٩٧٥ كانت بعثة اثرية من كلية دورتموت (الولايات المتحدة الاميركية) تعمل فى مركز الاحتفالات القديم ايزابا (على ساحل المحيط الهادىء لجنوب المكسيك) . وذات مرة رأى العالم مالمسترم ، الذى كان يجرى قياسات اتجاه بقايا هذا المركز بالنسبة لجهات الارض ، ان ابرة البوصلة ، التى وضعها بالصدفة الى جانب رأس سلحفاة منحوت من الحجر ، قد انحرفت انحرافا حادا بشكل مفاجىء . وتبين ان الصخور الحجرية التى نحت منها رأس السلحفاة ، كانت تحتوى على كمية كبيرة من فلزات الحديد . الا ان اكثر ما اثار العجب هو ان قطب السلحفاة «المغنطيسية» كان يوجد فى بوزها : فمن اية جهة كانوا يقربون البوصلة منه فقد كانت الابرة تشير دائما الى انف السلحفاة ! وقد قدّروا «عمر» السلحفاة بـ ٣٣٠٠ سنة !

فهل كان بامكان سكان ايزابا القديمة ان يعرفوا عن المغنطيسية ما يكفى لكى ينحتوا من الحجر رأس سلحفاة بهذا القدر من الدقة بحيث كانت خطوط القوى المغنطيسية تلتقى فى وسط بوزها ؟ وربما تلك مجرد صدفة يصعب تفسيرها ؟ الى حين الاجابة عن ذلك لنضبط النفس فى اعطاء افتراضات جريئة اكثر من اللزوم ومرتجلة .

ولكن ، لماذا السلحفاة بالذات كانوا يجعلونها «مغنطيسية» ؟ صاحب اللقية يقول مفسرا : ان سكان ايزابا كانوا حسنى الاطلاع

على الملاحة البحرية وكانت تدهشهم معرفة السلاحف البحرية في ايجاد الطريق بسهولة الى اماكن بعيدة جدا لوضع البيض والعودة الى «بيوتها» ؛ لذا فان السلاحف «المغنطيسية» كان يمكن ان يكون لها مغزى طقوسي معين . اما هل استخدم اهل ايزابا معارفهم المغنطيسية في الملاحة ، فذلك امر غير معروف معرفة يقينة ، ويجدر تذكير القارىء بهذه المناسبة بانه في الطرف الآخر من الدنيا ، في الصين ، كانوا يستعملون السلاحف «المغنطيسية» بمثابة «مؤشرات جنوب» بدائية .

ومنذ زمن غير بعيد قام علماء آثار اميركيون بحفريات في ساحل خليج المكسيك في سان لورنسو (ولاية فيراكروس المكسيكية) ، وهو احد مراكز الاولميكيين الذى قد يكون مركز اقدم حضارة في اميركا الوسطى . وقد انبأت نتائج الحفريات للعلماء عن اشياء ممتعة غير قليلة عن هذا الشعب المغمور بالالغاز . فقبل الف عام من الميلاد انشأ الاولميكيون ثقافة رفيعة وأصيلة . وكانوا بناة ماهرين فاقاموا مدنا كبيرة واهراما ومعابد وهياكل . . . فوق انها مصوبة بشكل صحيح بالنسبة لدائرة الطول الجغرافية ! كيف تسنى لهم ذلك ؟ لقد كان نحاتوهم وصنّاعهم معلمين ماهرين . فقد كانوا يعالجون فلزات الحديد ويصنعون منها ، مثلا ، مرايا ذات قطْع مكافىء كانوا بواسطتها يشعلون النار ! . . وها هي لقية جديدة : حجر صغير طوله يزيد قليلا عن ٣ سنتمترات ، مصقول ، اسود اللون . وعلى طول محوره الطولي يمتد ميزاب حديدي مستقيم . ويتولد انطباع بان ذلك جزء من جهاز ما اكثر تعقيدا . ان الشكل غير المألوف لهذه اللقية قد دفع فورا الى التساؤل : «وما يمنع ان تكون مصنوعة من حجر مغنطيسي ؟» . وفي واقع الامر دلت الابحاث على ان الحجر مغنطيسي ويستدير في مجال الارض المغنطيسي كما تستدير ابرة المغنطيس ! (في الحقيقة انه لا يشير بدقة الى الشمال بل بانحراف قدره ٣٥,٥ درجة) . وهنا ولدت فرضية : من المحتمل ان هذا جزء من ذلك المؤشر المغنطيسي البدائي الذى كان الاولميكيون بفضله يضعون التخطيط الصحيح لمنشآتهم !

مفاجأة مثيرة ؟ وهل هذا شيء معقول ؟ الاولميكيون — احدى

الحضارات الاولى فى اميركا – كان لديهم بوصلة منذ ثلاثة آلاف عام مضت ؟

لن نستعجل فى استخلاص الاستنتاجات . فعندما يدور الكلام عن ثقافات ما قبل تاريخية تفصلنا عنها رحاب هائلة من الزمن ينبغي ابداء حذر خاص بغية عدم الوقوع فى التيه والضلال . ففى الواقع لا يجوز للمرء عدم الموافقة على المستوى الرفيع للحضارات القديمة . ومن المستبعد الوقوع فى خطأ اذا اعتبر ان مؤهلات الانسان العقلية تغيرت تغيرا ملحوظا خلال عدة آلاف من السنين . فنحن ، اناس القرن العشرين – شهود انطلاق العلم والتكنيك بصورة لا سابق لها – نفضل لاسباب مختلفة التكنولوجيا المعقدة على التكنولوجيا البسيطة وننسى ما كان اناس ما قبل التاريخ يستطيعون صنعه وكيف كانوا يصنعونه . ونحن لم نمعن الفكر دائما الى اى حد كانوا يؤدون بشكل فعال المهام الماثلة امامهم وذلك بابسط الطرق .

اليكم مثلا . بغية تحديد الاتجاهات الفلكية الرئيسية نحو الشمال ، الجنوب ، الشرق ، الغرب ، يكفى تماما فقط تعيين مكانى شروق وغروب الشمس . وعلاوة على ذلك من السهل ، حسب المعاينات البسيطة لنقطة بزوغ القمر وغروب الشمس (الامر الذى كان سهل المنال بالنسبة للانسان القديم بلا شك) ، التنبؤ حتى بخسوف القمر !

لذا ، نكرر مرة اخرى : ان الوضعية الصحيحة للمنشآت القديمة – سواء اكانت المنشآت الحجرية الضخمة لبداية العصر البرونزى فى الجزر البريطانية ام المعابد المصرية القديمة ام هياكل الاولميكيين ام كنائس القرون الوسطى – ليست على الاطلاق دليلا على استعمال البوصلة لدى انشائها .

وبعد التفكير العميق نصل الى استنتاج آخر ايضا : ان الادوات المنفردة ذات الميزات المغنطيسية (من حجر المغنطيس او الحديد او الفولاذ) ، التى يعثر عليها علماء الآثار ، لا يمكن كذلك ان تصلح حجة دامغة للتأكيد على انها ابر فريدة فى نوعها للبوصلة . وينبغى الا يغيب عن البال ان امثال هذه الادوات كان يمكن ان تكون بادىء الامر غير ممغنطة واكتسبت تدريجيا مغنطيسية من

مجال الارض المغنطيسى خلال تلك المئات والآلاف من السنين التى بقيت اثناءها مرمية على الارض (وقد سبق ان تحدثنا عن ذلك) ، او ان تتمغنط بصورة عرضية بفعل الصواعق .

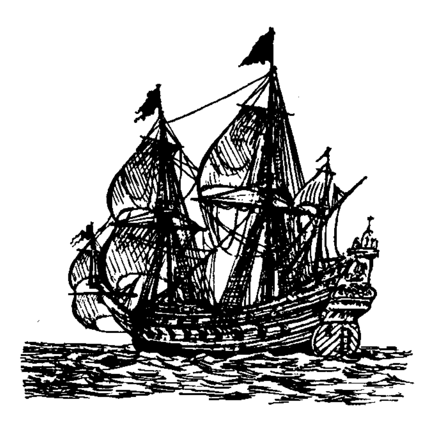
. . . ان اللقيات المدهشة تفرح علماء الآثار الواحدة بعـــد الاخرى ، ويجرى البحث عن مخطوطات قديمة مجهولـة تلقى ضوءا جديدا على ولادة البوصلة ، وتتكاثر ابحاث المؤرخين . . . وتغدو وقائع جديدة وجديدة ملكا للعلم ، وتتسع تصوراتنا عن ازمنـــة وشعوب وحضارات اندثرت منذ عهد بعيد . . . غير ان مختلـــف العلماء ، شأنهم فى السابق ، يرون شيئا خاصا بكل واحد منهم فى اللقطات الشحيحة عن طفولة الابرة المغنطيسية .

فاين اذن «روضوا» لاول مرة الابرة السحريـة ؟ افى الصين القديمة ام فى اميركا ؟ بل وقد يكون فـــى بلدان اخرى ؟ ومنذ ثلاثة آلاف عام ام فى القرون الوسطى ؟

بالتأكيد ، ان «مـــرآة المعرفة» هذه قد صنعـــت بالجهود المشتركة .

فالبوصلة هى وليد البشرية بأسرها ! وليـــد متعدد الوجوه : فقد كان يجرى الاعتناء به ، فى آن واحد ، فى مختلف المناطـــق والبلدان . وليد أ'نجب فى السر وترعرع فى الخفاء . وليد مدلل : لقد هدهدته وعلمته شعوب وامم عديدة . ورباه قراصنة شهيرون وربابنة مجهولـــون ، وفرسان ورهبان ، وميكانيكيون وصاغـــة وفلاسفة ومهندسون ، ورحالة ومؤرخون ، واطبـــاء وفنانون ، وشعراء وكتاب . . .

واذ كبر راح يقدم للناس فائدة لا تقدر بثمن ، ويبرر آمال مربيه كليا .



الفصل السابع

اداة صغيرة تكتشف الكرة الارضية

انتهت طفولة البوصلة ، فبدأت جولتها الظافرة فى ارجاء البحار والمحيطات . وهى ، كـ«اصبع الهى» ، تدل الملاحين على الطريق فى الطقس العاصف او الضبابى وفى عتمة الليل ، على السواء .

ان ذلك لم يحدث دفعة واحدة ، بالطبع .

لقد رأينا انه فى القرون الاولى الميلادية كان «القائد» المغنطيسى قد اصبح معروفا لدى ملاحين منفردين . غير ان «وسيلة» الملاحة الرئيسية لدى اكثريتهم كانت خبرتهم الذاتية التى كانوا يتناقلونها ابا عن جد منذ اقدم العصور . وكان الملاحون المحنكون «يقرأون» صفحة نجوم السماء بدون عناء ويلمّون الماما رائعا بلغة البحر الحميمة . اما بالنسبة للابرة المغنطيسية – «وليدة الشيطان» هذه – فقد كانوا يقفون منها موقفا مرتابا وحذرا . سيما وانه كان يمكن الاستغناء عنها تماما فى المياه السواحلية : مقدامون نادرون فقط كانوا يتجرأون على الانطلاق لملاقاة المجهول فى عرض المحيط .

هذه البيئة الرهيبة – «صاحب الجلالة» المحيط – كانت تنطوى على غموض غادر . فأى تصور كان يوجد لدى الناس عنها فى تلك الازمنة ؟ وماذا كانوا يعرفون آنذاك عن الجزء المأهول من العالم بوجه عام ؟ لنلق نظرة الى خريطة جغرافية لتلك الازمنة .

فماذا نرى ؟ الحد الشرقى للعالم كان الهند والصين ، والحد الغربى المحيط الاطلسى . وكانوا يصورون افريقيا جزيرة تشكل جزءا غير كبير فقط من مجمل اليابسة وتحدها مياه «بحر الظلام الحالك» . وجميع الانحاء البعيدة كانت تعج بالاسرار والاساطير . وحتى الملاحون الاشد جرأة واقداما بقوا مدة طويلة يؤمنون بالخرافات المريعة . ففى عام ١٥٧٨ ضربت عاصفة هوجاء فجأة سفن الملاح الانجليزى الشهير فرنسيس درايك عند سواحل البرازيل . «هذا الساحل يدعى ارض الشيطان ، - قال ضابط الملاحة البرتغالى المرافق لدرايك ، شارحا ذلك لرفقائه . - ان ساكنيه باعوا انفسهم للشيطان ، واذ يرون سفننا تقترب من سواحلهم يأخذون بنثر الرمال فى الهواء . ولهذا السبب بالذات حل الظلام وهبت ريح رهيبة كادت تودى بحياتنا» .

وباختصار ، فالرب خلق الارض اليابسة ، والشيطان خلق المحيط الغادر - هكذا كان البحارة يعتقدون .

غير ان التصور عن البحر اخذ يتغير بصورة تدريجية . واسدى كثيرون بقسطهم فى اكمال المعارف الجغرافية . وهم : الحجاج المسلمون ، اذ ان كل شخص مسلم ملزم ولو مرة فى حياته بان يؤدى فريضة الحج الى الاماكن المقدسة فى مكة المكرمة ؛ ورحالة عاديون يحركهم حب الاطلاع والاهتمام بالمعالم القائمة فى اقطار بعيدة ؛ وتجار كانوا فى ركضهم وراء الارباح يتغلغلون ابعد فابعد نحو الشرق الى كنوز الهند ؛ وملاحون كانوا يتوغلون فى عرض البحر بجرأة متزايدة بغية استكشاف عجائب المحيط وحدوده ؛ وبحارة جوّالون قذفتهم رياح معاكسة الى سواحل مجهولة . . . وجميعهم كانوا شيئا يبدد الالغاز التى كانت تكتنف «بحار الظلام» و«اراضى الغياهب» .

فى القرون الثانى عشر - الخامس عشر بات من المستحيل القول اين بالضبط تمر الحدود الغربية للعالم . فجزر الكنارى وماديرا فى المحيط الاطلسى كانت تارة معروفة لدى اوروبا وتارة غير معروفة . فقد اكتشفوها غير مرة ، بفضل الصدفة احيانا كثيرة ، ومن جديد كانت تغيب عن الانظار ، الا ان «الظلام» فى الغرب اخذ يتبدد رويدا رويدا .

منذ هذا الزمن كان الملاحون ينطلقون بحثا عن جزر جديدة وفى حوزتهم لا اساطير فقط عن الانحاء البعيدة وروايات الرحالة وتصوراتهم الشخصية ، ولا المرجاس وخريطة بدائية فحسب بل ايضا «وسيلة مساعدة» توجه سيرهم فى الطريق ، اى البوصلة المغنطيسية .

وفى القرن الخامس عشر حل عصر **الاكتشافات الجغرافية العظيمة .**

بدأ البرتغاليون بكل اصرار بالبحث عن السبل المؤدية الى بلدان الشرق المطموع بها . وكان دون هنريخ صاحب المبادرة فى توسعهم الى ما وراء البحار . فأمير البرتغال هذا ، الفارس ، يعرف الآن بهنريخ البحار اكثر مما يعرف بلقب آخر . فبعد ان تخلى عن حياة الامير الخالية من الهموم وجد لنفسه مأوى دائما فى ساغريس الواقعة فى رأس بحرى بنفس التسمية . وهنا بنى قصرا ومرصدا (الاول فى البرتغال) ، واسس مدرسة ملاحة (تخرج منها فيما بعد ربابنة شجعان ومقدامون عديدون) وترسانة لبناء السفن (حيث اخذوا للمرة الاول يبنون سفنا شراعية من طراز جديد) . واجتذب الى مدرسته من كل مكان علماء مشهورين فى ذلك الزمن فى الرياضيات وفن الملاحة وبناء السفن وصنع البوصلة والاسطرلاب ووضع الخرائط . واذ وضع امام عينيه هدف اكتشاف اراض جديدة بغية جعل البرتغال بلدا جبارا واكثر غنى كان هنريخ على امتداد اربعين عاما يرسل البعثة تلو الاخرى بمحاذاة سواحل افريقيا الغربية محاولا الوصول الى موانىء الهند . وكان القباطنة الشجعان يتوغلون ابعد فابعد الى الجنوب والغرب . ومن جديد اكتشفوا جزيرة ماديرا والجزر الخالدات (جزر الكنارى) والجزر الغربية او جزر البواشق (آزور) . وعبروا رأس نون (تعنى «لا» ، اذ كان ثمة اعتقاد بان هذا الرأس هو مكان «لا» عودة منه) . واجتازوا رأسا بحريا مريعا آخر هو رأس بوهادور («الكرش») – آخر الدنيا فى جنوب افريقيا (كانت تسرى اشاعات تزعم ان كل من يتجاسر ويجتاز هذا الرأس يتحول لا محالة الى زنجى او يُشوَى حيا لان الشمس فى تلك البقاع تصب على البحر سيولا من اللهيب السائل بحيث يغلى البحر نارا) . واكتشفوا

الرأس الاخضر ، وهو ابعد نتوء غربى للبر الافريقى ، جزر الرأس الاخضر .

لقد كان من الصعب جدا التغلب على الرعب والهول من اخطار المحيط **المجهول** . ذات مرة عاد بحارة الى القصر ، بعد مخالفتهم الاوامر لاسباب سخيفة ، وكان الامير محتدما غيظا : «لو ان فى هذه الاقاويل ولو جزءا من الحقيقة لما كنت ادنتكم ، ولكنكم تأتوننى باساطير عن . . . بحارة لا يعرفون البوصلة . . . عودوا ادراجكم ! . . .» اجل ، فبعد ان اصبح البحارة مسلحين بالاسطرلاب والخرائط وبالدرجة الاولى البوصلة التى لا تعوض لم يعد ينبغى للصدف والمحاولات الوجلة فى الاكتشافات الجغرافية ان تحل محل البحث الهادف . ولنوافق اذن مع البرتغاليين الذين استطاعوا على عهد هنريخ ان يؤكدوا : «ان اكتشافات السواحل والجزر لم تكن على الاطلاق وليدة الصدفة لان ملاحينا انطلقوا فى رحلات بحرية وهم مدربين تدريبا حسنا ومزودين باجهزة (اقرأ : وبوصلات – **المؤلف**) وبقواعد الاوسترولوجيا (اقرأ : علم الفلك – **المؤلف**) وعلم الهندسة وبكل ما ينبغى ان يعرفه اى ملاح وواضع خرائط» .

والقباطنة البحريون المشهورون على زمن الاكتشافات الجغرافية العظيمة ، بل وفى زمن لاحق ايضا ، كانوا ملاحين ممتازين . فمعاصرو كولومبس كانوا يعتبرونه «هاتكا لاسرار المحيط» . ولم يكن يوجد فى الارض شخص آخر يفهم فن الملاحة افضل مما كان يفهمه ماجيلان ، كما يؤكد مدون رحلاته بيغافيت . وفى كل انجلترا لا يمكن ايجاد بحار او قبطان محنك اكثر من درايك ، هكذا كان مرافقوه يقولون عنه باعجاب . . .

فغالبا ما كانوا ، وهم يختبرون ضباط الملاحة ، يجرون حسابات الرحلات البحرية ، ويتابعون تحركات البوصلة ، واحيانا يقفون خلف المقود ايضا . وبهذه الصورة ايضا خلدهم فيما بعد اسلافهم فى المرمر والبرونز : اليد اليمنى على عجلة القيادة ، واليد اليسرى على البوصلة .

اية اجهزة كانت آنذاك تحت تصرفهم ؟ انها معروفة : الاسطرلاب ، والبوصلة ، والمرجاس ، بل والساعة الشمسية

ايضا . غير ان البوصلة كانت ، بالطبع ، اهمها . فكولومبس لم يكن ليتجرأ فى الانطلاق عبر بحر المحيط ابدا ، وماجيلان لم يكن ليجازف فى القيام برحلة حول الارض ابدا لو لم تكن لديهما هذه الاداة . وكان الملاحون الحكماء يكنون حبا خاصا للبوصلات والخرائط ويسعون جهدهم لتزويد سفنهم بها بافضل ما يمكن . فقد طلب ماجيلان لاجل بعثته ١٢ بوصلة و٢٣ خريطة بحرية مرسومة على الرق ، ولكنه حصل على عدد اقل بكثير . وكان الامر «اسهل» بالنسبة للقرصان درايك : فهو لم يطلب شيئا ، ولكنه كان ، لدى استيلائه على اية سفينة (وقد فعل ذلك اكثر من مائة مرة !) ، يصعد الى متنها ، وقبل ان يغتنم الذهب والفضة وغيرهما من الجواهر كان يبحث عن البوصلات والخرائط ويأخذها ، بل ويأخذ معه احيانا الربان ايضا . فالبوصلات الجيدة كانت فى ذلك الزمن بسعر الذهب ، كما يقال ، وكانوا يحافظون عليها كما يحافظون على حدقة العين .

ومع الاكتشافات الجغرافية الجديدة كانت تظهر على الخرائط فى الحال اراض جديدة . وبدأ العالم يكتسب حدودا اكثر دقة ، ولاسيما على الخرائط البحرية التى اصبحت ترسم بمساعدة البوصلة . لقد اخذت تظهر منذ القرن الثالث عشر . ان هذه الخرائط ، التى رسمها بحارة مجربون ، تدهش بالدقة ، المثيرة للعجب بالنسبة لذلك الزمن ، فى رسم معالم السواحل البحرية وتعتبر نموذجا للخرائط الجغرافية العصرية . وهذه الخرائط - اللوحات التخطيطية لم تكن لديها شبكات خطوط الطول والعرض المألوفة لدينا . فقد كان من الاسهل آنذاك على سائقى السفن استخدام شبكة اخرى - شبكة تؤلفها شعاعات ١٧ وردة رياح كانت احداها ترسم فى وسط الخريطة ، وال١٦ الاخرى حولها . وكانت موانىء الاقلاع والوصول على الخريطة تربط فيما بينها بخط مستقيم كان يجرى اختيار شعاع مواز له من اشعة احدى الوردات . ووفق هذا الشعاع بالذات كان يجرى تعيين خط السير المطلوب ، علما بان السفينة كانت طوال وقت الرحلة توجه بحيث يبقى هذا الخط ، تحت اشراف البوصلة ، خطا دائما . وكانت الخرائط البحرية الجيدة ، او الخرائط البوصلية كما يدعونها

ايضا ، ترسم على رق ، وتلّون بسخاء ، وتقدر تقديرا لا يقل عن افضل الاجهزة .

والخرائط النظرية * لعهد الاكتشافات الجغرافية قائمة كذلك على المعاينات بواسطة البوصلة ، وهى تبدأ تعكس نتائج احدث الرحلات . انها تختلف اختلافا كبيرا عن الخرائط القديمة التى هى مجرد مجموعة ، كما يبدو لنا الآن ، لشخبطات جاهلة وثمرة للخيالات والخرافات . وتمتاز الخرائط الجديدة لا بالعمل المتقن جدا وحتى بأبهة الاداء الفنى فحسب بل ايضا بالصدق الرفيع والتفصيل والدقة .

ان فن رسم الخرائط مدين بتطوره العاصف ، الذى اثارته الاكتشافات الجغرافية ، للبوصلة بالدرجة الاولى !

. . . يوم ١٣ ايلول (سبتمبر) ١٤٩٢ . بيرالونسو نينيو ، ربان سفينة القيادة الشراعية «سانتا ماريا» تنتابه افكار مقلقة . لماذا وافق على هذه الرحلة البحرية ؟ علاوة على انها تحت امرة شخص غريب لا احد يعلم لماذا رقى الى رتبة اميرال . والى اين تدفع سفينتهم الريح المتزايدة شدة ؟ ألى احضان الشيطان نفسه ؟ والحال ان كائنا حيا واحدا لم يتجرأ من قبل بمحض ارادته على التوغل بعيدا الى هذا الحد صوب الغرب فى هذا المحيط الملىء بالالغاز والعديم السواحل كما يبدو .

ولكن آن الاوان لاتخاذ وجهة الشمال والتحقق من اشارات البوصلة : فقد حل الظلام وظهرت نجمة الشمال فى قبة السماء . وصوّب الربان حافة راحة اليد عموديا باتجاه النجمة ، وعندما استقر سطح السفينة فى وضع افقى ، انزل يده على لوحة البوصلة وكأنه ينقل اليها اتجاه النجمة . ولكن ابرة البوصلة كانت تشير الى الشمال الغربى ! وكرر المحاولة ، ولكن عبثا ! لم يكن نينيو حديث العهد فى الملاحة ، فقد طاف بحارا كثيرة وبات يعلم جيدا ان البوصلة جهاز غير متقن بعد وان ابرتها تشير لا الى الشمال بالضبط بل مع انحراف قليل نحو الشرق . ولكن الامر هنا جديد بعض الشىء . فهل حقا ان ذلك مكيدة من مكائد الشرير ؟ لقد كان

* كانت الخرائط النظرية ، خلافا للخرائط البحرية التى تصور البحار والسواحل فقط ، تبين البر ايضا .

ثمة ما يدعو الى الحيرة والذهول لان فى الصباح ايضا حدث الشيء نفسه .

بعد مرور اربعة ايام انحرفت ابر البوصلات نحــــو الشمال الغربى ، – امر لا سابق له ! – مقدار ١١,٢٥ درجـــة تقريبا ! «اعترى البحارة الرعب والكآبة ، ولم يقولوا ما سبـــب ذلك» – يروى المؤرخ بارتولوميه لاس كاساس مدوّن رحلـــة كولومبس البحرية (فى ذلك الزمن بالذات حدث هذا) .

– العقارب تشير بشكل صحيح ، – قال الاميرال مهدئـــا افراد الطاقم عندما علم بذلك كله . انها لا تكذب ، فنجمة الشمال هى التى انتقلت من مكانها ! فهى شأنها شأن جميع النجوم ، غيــر ثابتة !

هكذا اذن ، اثناء الرحلة البحرية الاولى لكريستوف كولومبس عبر المحيط الاطلسى حدث اكتشاف هام علمى بحت يتعلق بمـــا يسمى ميل الابرة المغنطيسية ، اى انحرافها عن الاتجاه حســـب دائرة الطول الحقيقية ، الجغرافية . وكما نعلم الآن فان ذلك يتفسر بان القطب المغنطيسى وقطب الارض الجغرافى لا يتطابقان .

فى القـــرن الخامس عشر كان الجميع يعتقدون ان الميـــل المغنطيسى هو عينه فى كل مكان . وكان كولومبس اول من اكتشف ان عدم صحة اشارات البوصلات تلك ليست على الاطلاق مماثلة فى مختلف الاماكن . فبالاضافة الى الميل الشرقى ، الذى يلاحظ فـــى اوروبا ، يوجد ميل غربى ايضا ، كما توجد اماكن ينعدم فيها كليا ويشير العقرب الى الشمال بكل دقة !

وفى الرحلات التالية ايضا الى العالم الجديــد لاحظ كولومبس غير مرة «الظاهرة العجيبة» التى تطرأ على البوصلات . وهو يؤكـد فى رسالته الى الملك فرناند والملكة اليزابيت عن نتائج الرحلـة الثالثة : «. . . الى الغرب من جزر آزور حدثت تغيرات عظمى فى السماء والنجوم وحرارة الجو ومياه البحـــــر . . . وراح عقرب البوصلة ، الـــذى كان حتى ذلك الحين يميــــل صوب الشمالى الشرقى ، يميل مقدار ١١,٢٥ درجـــة تقريبا الى الشمال الغربى بحيث انك ، اذ تبلغ هذا الخط ، تقوم بعملية انتقال شبيهـــة

بالانتقال عبر سلسلة جبال» . وكان يحدث ان تنحرف العقارب الى الغرب حتى مقدار ٢٢,٥ درجة .

انه لشيء مفهوم ان الملاحة بصحبة بوصلة امر مأمون مائة مرة اكثر مما بدونها . غير ان السير وفق جهاز غيــــر صادق الى هذا الحد يصل خطأه الى عشرات الدرجات هو امر محفوف بالمخاطــــر وخاصــة فى الرحلات البعيدة والطقس السيىء .

ريثما كانت البوصلة بدائية بدرجة معينة والبحارة لا ينطلقون الى خارج حدود المناطق التى لا يتعدى فيها الميل بضع درجات كما الحال فى اوروبا ، لـــم تكن ثمة من ضرورة خاصة لاخذ ذلـــك بالحسبان . الا انه ، ابتداء من مطلع القرن السادس عشر ، تغير الوضع بشكل حـــاد . فقد اخذت تتجمـــع عمليات مراقبة الميل المغنطيسى فى الرحـــلات البعيدة ، وراحـــوا يبتكرون اجهزة مغنطيسية وطرائق المراقبة مريحة الاستعمال بالنسبة للملاحيـن والرحالة ، ويضعون مؤلفات علمية فى هـــذا الموضوع ، واخذت تظهر خرائط بحرية تتضمن معطيات عن الميل * ، وقصارى القول راح يولد علم مغنطيسية الارض .

ان كولومبس لم يكتشف اميركـــا فقط . فان فضله الذى لا يقبل الجدل يكمن ايضا فى انه كان اول مــــن كشف تغير ميل البوصلة من الشرقى الى الغربى ، وباستدلالاته عن ذلـك كان اول من دفع الى دراسة مغنطيسية الارض !

فى القرن السادس عشر تعود الاولوية فى استقصاء الميل الى الملاحين البرتغاليين والاسبان . واقدم وثيقة فى هذه المسألـــة تعتبر مخطوطة : «هنا تبدأ دراسة الابرة المغنطيسية التى قام بها جواو دى ليسبووا عام ١٥١٤ ، التى يمكن بواسطتها معرفـة مدى ميل الابرة المغنطيسية ايا كان المكان الذى توجد فيه ، ومهما يكن بعيدا عن دائرة الطول الحقيقية» . كمـــا تعاطى دراسة الميل مدة طويلة الشقيقان البرتغاليان ريو فاليرو وفرنسيسكو فاليرو . فقد كان ريو شريكا لماجلان فى تنظيم الرحلة حول الارض ، بينما كان فرنسيسكو ، الذى خدم فى اسبانيا ، معروفا بوصفه واضع اول

* ابكر خريطة بحرية ، اشير فيها الى الميل ، وضعها اندريه بيانكو فى مدينة البندقية عام ١٤٣٦ .

مؤلف مطبوع عن الملاحة حيث وردت ارشادات بصدد قياس الميل .

النجاحات اللاحقة فى هذا الميدان ترتبط باسم المنّجم الملكى استاذ جامعة كويمبرا بدرو نونيس وخلفائه . فى عام ١٥٣٧ انتهى نونيس من وضع مؤلفه الكبير «مبحث فى القبة السماوية . . .» الذى ضمّنه بحثين منفصلين عن تحسين الخرائط البحرية وفن الملاحة . وهو يقترح هنا اداة سهلة الاستعمال ابتكرها بنفسه وطريقتين خاصتين لتحديد الميل .

اقيم تمثالان لقبطانين فقط من القباطنة الذين ارسلتهم البرتغال الى الهند . الاول لفاسكو دى غاما والثانى لجووا دى كاسترو . غير انه جرى تخليد هذا الاخير لا لقاء المنجزات العلمية (رغم انه استحق ذلك) بل كقبطان شهير .

من المناسب هنا التحدث عن ابحاثه العلمية فى الملاحة اعوام ١٥٣٨-١٥٤١ . ففى كل مكان من خط سير الملاحة ، من ليشبونة الى غوا بمحاذاة ساحل الهند الغربى ومن الهند الى السويس ، كان دى كاسترو يعين الميل المغنطيسى بقدر ما تسمح له الظروف بذلك . وتسنى له قبل غيره ان يكتشف بعض الاسرار «التى تخفيها **الطبيعة** الجبارة فى مشغلها الضخم» ، وان يضع رسما تخطيطيا لصورة توزع الميل على مساحات رحبة من سطح الارض - اساس الاعمال القادمة للعديد من الباحثين .

ترك لنا دى كاسترو ٤٣ سلسلة معاينات للميل فى المحيطين الاطلسى والهندى ، وهى المعاينات الدقيقة الاولى من هذا النوع . زد على ذلك انه لم يقتصر على دراسة الميل بحد ذاته . فقد حلل هذا الملاح الشهير طرائق تحديد الميل ودرس سلوك الابر المغنطيسية ، وحاول كشف تبعية الميل لمقدار مغنطة الابر ، واكتشف تأثير الصخور على الابر المغنطيسية (لا نجد ذكرا لذلك فى مراجع اوروبية اخرى حتى القرن السابع عشر) . . . ويمكن القول انه باستنتاجات دى كاسترو انتهت مرحلة هامة فى تطوير علم الملاحة .

واقتفى اثره الاسبانيان بدرو دى ميدينا ورودريغو زامورانو والانجليزيان وليم بورو ووليم بارلوو ، وهولنديون . . . وواصل بحارة وعلماء جمع المعلومات عن الميل التى كانت ضرورية جدا

لاجل تصحيح حسابات السفن . لقد تبدّى «طبع» الميل معقدا جدا : فقد كان يتغير بشكل غريب للغاية فى خط عرض نفسه ، وكان فى خطوط العرض العليا يتخذ مقاييس كبيرة بصورة غير اعتيادية ، فوق انه لم يكن يبقى على حاله فى الزمن . لقد كان ينبغى التبحر فى هذه الظاهرة بصورة اعمق ، فنظمت حكومات بلدان مختلفة بعثات علمية خاصة .

كانت اولاها بعثات ادموند هالى الشهير .

قرر هالى ، وهو لا يزال فى المدرسة ، تكريس حياته لعلم الفلك . وينبغى القول انه مارس على هذا العلم تأثيرا كبيرا لدرجة ان اسمه بقى الى الابد فى مدونات تاريخه . وكانت مغنطيسية الارض ايضا علما محببا لديه لا يقل عن ذلك . وفى القرن السادس عشر قاس لاول مرة الميل فى لندن ولم تعد الابرة المغنطيسية تفارقه حتى آخر ايام حياته وهو يرتحل فى ارجاء المانيا وفرنسا وايطاليا ويبحر فى البحار والمحيطات .

وفى عام ١٦٨٣ نشر هالى فى المجلة الدورية للجمعية الملكية نظريته عن توزع الميل ، وسرعان ما اقتنع بان نتائج المعاينات المنتظمة الواسعة وحدها بوسعها ان تهتك اللغز المغنطيسى العظيم . وكان يدرك جيدا ايضا مدى الاهمية الخارقة لهذه النتائج بالنسبة للعلم .

وفى عام ١٦٩٢ وجه هالى مع احد مشاركيه فى التفكير طلبا الى الجمعية الملكية بان تجد لهما مركبا غير كبير وترسلهما فى رحلة بحرية حول العالم بغية القيام بعمليات مراقبة للابرة المغنطيسية . «ومن اين نحصل على المال من اجل البعثة ؟» سألوه فى الجمعية . فاجاب هالى يحدوه حماس نبيل : «جميع النفقات نأخذها على عاتقنا !» . غير ان هذا المشروع لم يسفر عن نتيجة . وبعد ست سنوات فقط تحقق حلم هالى عندما اهداه الملك غليوم الثالث سفينة «بارامور» وعينت لجنة الربابنة التابعة للاسطول الملكى شخصا غير بحرى فى الثانية والاربعين من العمر قائدا للسفينة (واقع لا يصدق بالنسبة للاسطول البريطانى !) .

كانت ثمرة رحلاته البحرية الخرائط المغنطيسية الاولى للميل .

فى البدء ، عام ١٧٠١ ، اصدر هالى خريطة المحيط الاطلسى ، وفى العام التالى وضع الخريطة المغنطيسية العالمية . فما هما ؟

انهما رسمان للمحيطات والبحار سجل هالى عليهمـــا نتائج معايناته الشخصية الوافرة العدد ومعطيات الباحثين الذين سبقوه ، ومن ثم ربط نقاط الميل المتساوى بخطوط .

تتضمن خريطة الميل المغنطيسيـــة كل المعلومات عن هذه المادة . فبواسطتها يستطيع ضابط الملاحة بطرفة عين ان يعرف مقدار الميل فى اى مكان كان . ومع مرور الزمن اخذت الاهميـة العملية لهاتين الخريطتين ، بالطبع ، تتلاشى تدريجيا بسبب التغير البطىء للميل خلال قرون . وكان الامر يتطلـــب اجراء معاينات جديدة وجديدة . وتواصلت الاعمال الصعبة جدا .

يستحيل سرد اسماء جميع الملاحين المشهورين الذين تعاطوا دراسة المغنطيسيـــة فى البحر منذ عهد هالى . لنذكر بعضهم : جيمس كوك ، جان فرنسوا لابيروز ، فرايسينـــه ، دوبيرى ، ديومون-دورفيل ، جون وجايمس كلارك روس . وبينهم عدد غير قليل من الاسماء الروسية .

ان بداية الاعمال المتعلقة بميل البوصلة فى روسيا ارستهـــا جهود مؤسس الاسطول الروسى القيصر بطرس الاول . فاذ كان يدرك بشكل واضح اهمية اجهزة الملاحة فى الاسطول اخذ يعتنى بتجهيز البحارة كما يلزم بالكتب وادوات الدراسة والمعلومات . وبناء على اوامره تم اصدار «كتاب النظام الداخلى البحرى . . .» الذى يوجب على الملاحين ان يدونوا فى سجل السفينة ، بين الامور الاخرى ، ميل ابرة البوصلة ويتحققوا من ذلك بغية «عدم الوقوع فى اخطاء لدى حساب طريق السفينة» .

مما لا شك فيه ان القيصر بطرس نفســـه كان متضلعا فى مسائل مغنطيسية الارض . ففى شتـــاء عام ١٦٩٨ سافر القيصر الشاب الى لندن وطلب على الفور التعرف على هالى . وسرعان ما وجدا لغة مشتركة : فقد كان هالى يتكلم الالمانية بطلاقة . واعجبت المحادثات القيصر كثيرا لدرجة انه غالبا ما كان يدعو «الفيلسوف» الى الغداء . وكانا يتكلمان عن اشياء كثيرة : عن علم الفلك (كان هالى يرافق بطرس اثناء زيارته لمرصد غرينويتش) ، وعن خطط

تأسيس اسطول روسى ، وعن الملاحة ، وبلا شك عن مغنطيسية الارض التى يستحيل الابحار بدون معرفتها . ومن المرجح ان بطرس سمع من العالم عن نظريته بصدد الميل المغنطيسى ايضا ، وعن نظرية مصادر مغنطيسية الارض التى كانت قد اثارت ضجة ، وعن الرحلة المزمع القيام بها بهدف مراقبة الميل فى المحيطات . . . وعندما تقابل القيصر بعد مرور ١٣ عاما مع العالم الالمانى المعروف لايبنيتز كان يعرف المادة معرفة جيدة . وليس من وليد الصدفة ان لايبنيتز صنع لاجل القيصر بطرس نموذجا مغنطيسيا للكرة الارضية ، وتبادل معه التصورات حول اشياء معقدة كتوزع الميل الشرقى على سطح الكرة الارضية ، ومقدار الميل فى قطبى الارض ، وشكل خط الميل الصفرى و«حركة هذا الخط المنحنى الرائع» فى الزمن . ولفت العالم الانتباه الى القيمة الخاصة لتحديد درجات الميل فى المجال الرحب جدا للامبراطورية الروسية ، واعرب عن الرغبة فى ان «تتكرر هذه التحديدات فى فواصل زمنية معينة» .

لا ندرى بالضبط كيف اثرت علاقات لايبنيتز مع بطرس الاول على تطور علم مغنطيسية الارض فى روسيا ، غير اننا نعلم مع ذلك ان القيصر سرعان ما ارسل الاختصاصى فى الهيدروغرافيا سويمونوف الى بحر قزوين ليرسم شواطئه ويقيس الميل المغنطيسى ، وهو الامر الذى تعاطاه سويمونوف على امتداد سنوات عديدة ، وفيما بعد عمم خبرته الملاحية فى كتاب «عصارة فن الملاحة من العلوم المتصلة بالابحار» ، موضوعة فى اسئلة واجوبة لاجل فائدة وسلامة الملاحين» (عام ١٧٣٩) . ومعروف ايضا : فى روسيا آنذاك كان الاهتمام بمغنطيسية الارض كبيرا للغاية . فجميع الاكاديميين تقريبا – فيزيائيى وفلكيى اكاديمية العلوم الجديدة – كانوا يولون الاهتمام لمسألة العصر . ومن الطريف ان احدى اولى المجلات العلمية المبسطة فى روسيا ، مجلة «قاموس شهرى تاريخى وجغرافى» ، نشرت فى اواخر القرن الثامن عشر معلومات عن . . . الميل المغنطيسى !

وتعاطى ابحاث مغنطيسية الارض بشكل جدى عالما روسيا البارزان آيلر ولومونوسوف وغيرهما .

لقد اظهر ايلر هنا ايضا ، شأنه فى كل شىء ، اتساعا خارقا

فى الاهتمامات وعمقا فى المعارف . وكان معاصروه يبجلونـــــه باعتباره منظّر الظواهر المغنطيسية (منح مؤلفه عن المغنطيس عام ١٧٤٦ جائزة الاكاديمية الباريسية) . وكان يستمع الى نصائحه بامتنان خيرة الصنّاع الاوروبيين للبوصلات واجهزة القياســـات المغنطيسية الاخرى . واجرى بنفسه ايضا تجارب بصدد تحديد الميل . والف كتابا مدرسيا عن قيادة السفن لاجل تلامذة الملاحة . فاذ حاول ايجاد القوانين التى يخضع لها الميل جمع وعالج احدث المعلومات عنه من جميع انحاء الكرة الارضيـــة : فقد كان يعرف سلوك الميل فى وسط سيبيريا ، واسبانيا ، وايطاليا ، والبيرو ، وانجلترا . . . وكان يشغل باله تنظيم قياســـات فى كل مكان «لاخطاء» البوصلة .

ولومونوسوف ايضا اظهر ، منذ بداية نشاطه العلمى ، اهتماما لا يقل عن اهتمام ايلر فى شؤون الملاحة البحرية .

ينبغى الافتراض ان لومونوسوف ، وهو لا يزال شابا ، اثناء رحلاته البحرية مع والده فى المياه الشمالية ادرك بشكل واضح ان البوصلة قد تتبدى غير مفيدة اذا كان المرء لا يعرف ميلها . وفى وقت لاحق ، وقد اصبح اكاديميـــا ، لم يكف عن التأمل فى «دقة الطريق البحرى» ، وابتكر ادوات جديدة (بينها جهاز لتحديد تصحيحات البوصلة على الميل) ، وكان يهتم بمسائل الميل النظرية . وفى آخر ايام حياته ساهم انشط المساهمة فى التحضير لبعثـــة تشيتشاغوف الشمالية وكان مشغولا بالافكار نفسها . فقد طلب بالتحقق من البوصلات كما يلزم قبل بدء البعثـــة . وكان يبدى الاهتمام بان يولون فى البعثة ، ولاسيمـــا عند خطوط العرض العليا ، اقصى العناية بمراقبة البوصلة وميلها ، ويقدم النصائح حول افضل الطرق لتدوين سجل السفينة . . .

ولكن ، ماذا عن البحارة الروس ؟ وما هو قسطهم فى «كنزية» المعاينات المغنطيسية الارضية ؟

فى القرن الثامن عشر ساهمت معاينات المشاركين فى البعثة الشماليـــة الكبرى بيرنغ واوفتسيـــن والاخويـــن لابتيف ، وبرونتشيشيف وتشيريكوف وتشيتشاغوف وساريتشيف مساهمة جوهرية فى تدقيق خريطة توزع الميل المغنطيسى فى الرحـــاب

المائية غير المدروسة كثيرا . «يجب علينا ان نعترف بشكـــــل عفوى ، دون ان تعمى ابصارنا المحابـــــاة ، ان مآثر الملازمين برونتشيشيف ، ولاسينيوس ، وخاريتون لابتيف ودمترى لابتيف تستحق اعجاب الجيل القادم» — هكذا كتب الباحث القطبى الروسى الكبير من القرن التاسع عشر فرديناند بتروفيتش فرانغل ، هذا العالم الذى اعجب بمأثرتـــه غومبولدت الشهير ، بدوره ، وهذا الباحث الذى اشرف على الهلاك عدة مرات وهو يسعى وراء نتائج مغنطيسية فى اشق ظروف سيبيريا الشرقية .

وحظيت معاينات مغنطيسية الارض فى البحر بانتشار واسع فى القرن التاسع عشر . ففى الفترة وحدها من عام ١٨٠٣ الى ١٨٤٩ جرت ٣٦ رحلة بحرية روسية حول الارض . وامام جميع قوادها تقريبا وضعت مهمة «اجراء مراقبات دقيقة على ميل البوصلة وهفوات الميل» ، و«عدم . . . تفويت فرص تحديد ميل البوصلة . . . بعمليات المراقبة» . وتم الحصول على معلومات هامة اثناء رحلات بيلينسغاوزن وغاغيمايستر وغولوفيـــــــن وكوتسيبو ولازاريف وليسيانسكى ولتكيه ، وكثيرين غيرهم . وفى لائحة الاعمال الاكثر وزنا بشأن مغنطيسية الارض ، التى اوردها غومبولدت فى كتاب «كوسموس» ، عدد غير قليل من اسماء القباطنة والرحالة الروس الاشاوس . وانه لامر شديد الدلالة ايضا انه يتصدر اللائحة اسم روسى — اسم الاميرال الشهير كروزنشترن !

لقد كان الملاحون الاولون ، الذين ابحروا بصحبة بوصلة ، يؤمنون بانها تشير بكل دقة الى الشمال . وخاف كولومبس خوفا شديدا عندما علم ان هذا الدليل «الموثوق به» يقع فى خطأ وهو ٢٢,٥ درجة . وابتداء من نهاية القرن السادس عشر اخذ القباطنة ، الذين تدفعهم الاقدار بعيدا الى الشمال او الجنوب ، يلاحظون ميلا اكبر من ذلك بكثير ، ولكن ذلك لم يكن يخيفهم اذ كانوا يعلمون : هكذا ينبغى ان يكون لان القطبين المغنطيسيين لا يتطابقـــــان والقطبان الجغرافيان . ومع مرور الزمن اصبحت فى حوزة ضباط الملاحة ادوات حسنـــــة النوع ، وتعلموا قياس الميل بدقـــــة ، واصطدموا على الفور تقريبا بـ «معابث» جديدة «للدليل الموثوق به جدا» .

. . . عام ١٧٢٢ . ثلاثة مراكب شراعية هولندية بقيادة القبطان ياكوب روغيفين تغز السير نحو الغرب منذ عدة ايام بعد مغادرتها ساحل شيلي . وتعكّر مزاج القبطان على ما يبدو : فعقربا البوصلتين كلتيهما على مركبه يسلكان سلوكا غريب الاطوار . فهما من وقت لاخر يستديران مقدار ربع دائرة كامل ، وبدلا من ان يشيرا الى الشمال يشيران الى الشرق والغرب ! ومن ثم يهدآن ، ومن جديد يبدآن يقفزان ويحيدان عن الشمال . والشيء نفسه كان يجرى فى المركبين الآخرين ايضا . وفى اليوم الاول من عيد الفصح ظهرت جزيرة ، غير ان البوصلات استمرت فى الانحراف بشكل غير طبيعى ، وهكذا لم يتوصل البحارة الى معرفة ما حدث . ويبدو ان جزيرة الفصح ، هكذا دعاها روغيفين ، هى بالفعل جزيرة مليئة بالالغاز : فقد صعق الرحالة من التماثيل الحجرية الضخمة التى شاهدوها هنا . . .

واذا كان العلماء لا يزالون فى الوقت الحاضر ايضا يتجادلون حول اصنام جزيرة الفصح فان سبب سلوك العقارب الغريب يمكن تفسيره الآن بكل بساطة . لقد كان المذنب فى ذلك كله الشذوذ المغنطيسى المحلى .

ان بعض الاماكن فى البحر كانت منذ قديم الزمان تصبح معروفة بسبب الكوارث التى تعرض لها الملاحون فيها . اما عندما بدأت عمليات مسح اماكن متعلقة بمغنطيسية ارضية منتظمة فى البحر وظهرت امكانية استقصائها ودراستها بكل دقة فقد اكتشفوا هناك اشد الاخطاء فى المجال المغنطيسى . واصبح واضحا : ليس اهمال القباطنة وضباط الملاحة هو الذى كان يحرف السفن عن خط السير المأمون ويدفعها الى المياه الضحلة والصخور البحرية وليس التيارات الخفية والنوعية السيئة لادوات الملاحة بل الشذوذات المغنطيسية المهلكة !

لوحظت شذوذات قوية بشكل خاص فى الخليج الفنلندى عند جزيرة يوسارى ، حيث كانت «عدم صحة عمل» الابرة المغنطيسية تبلغ احيانا ١٦٠ درجة ! ففى هذه المنطقة ، التى نال العالم الروسى روبرت لانتس درجة ماجستر فى العلوم لقاء دراستها ، كان بوسع الابرة فى اماكن مختلفة ان تشير عمليا الى اية جهة كانت من جهات

الافق . كما تم اكتشاف شذوذات مغنطيسية قوية فى بحار اخرى ايضا ، وفى اليابسة كذلك .

فى ثمانينات القرن الثامن عشر نشر الاكاديمى اينوخودتسيف فى روسيا معطيات عن الميل المغنطيسى الفائق الشذوذ فى محافظة كورسـك . وفى وقت لاحق تم العثور هنا على اقوى مكامن من خامات حديد الشذوذ المغنطيسى – مكمن كورسـك . وفى حين كانت البوصلة فى الماضى تقوم باكتشافات عظيمة على سطح الكرة الارضية فقط فقد بدأت الآن تكتشف اغنى المستودعات فى اعماق الارض ! التنقيب المغنطيسى – هكذا تدعى طريقة البحث والتنقيب عن الثروات الطبيعية ، القائمة على دراسة شذوذات مغنطيسيـة الارض .

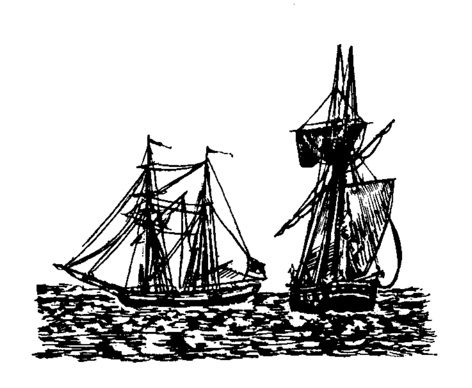
ان اجهزة قياس المغنطيسية العالية الدقة ، التى كانت الابرة المغنطيسية البسيطة جدتها البعيدة ، تساعد فى ايجاد مكامن خامات الحديد واشباه المعادن ، النيكل والبوكسيتـات والرصـاص والنحاس ، وحتى الذهب والالماس ! لقد باتت ابرة البوصلـة مفتاحا سحريا الى خزائن الارض الذهبية حقا !

. . . يقود القباطنة مراكب وشخاتير ، وسفنا شراعية وسفنا بصاريتين ، وسفنا حربيـة وفرقاطات ، متوكلين على قائدهم الرئيسى – البوصلة .

ولا حصر لعدد الرحالة ، والجغرافيين ، والباحثين ، ومجرد الهواة الفضوليين ، الذين اكتشفوا ويكتشفون انأى الاماكن على اليابسة ، معتمدين عليك ايها البوصلة العظيمة !

وحتى فى القرون الوسطى اصبح يجرى بمساعـدة المؤشر المغنطيسى اكتشاف خامات غنية بالحديد ، ومعرفة الوقت بواسطة الساعة الشمسية . وتستخدم البوصلة فى البحث عن وضعية قساطل المياه الممدودة تحت الارض ، ولدى المسح الطوبوغرافى للاماكن وتخطيط المنشآت وصنع اجهزة علمية . . .

وكان يحلو للاكاديمى الشهير كريلوف ترديد : «البوصلـة آلة صغيرة ، ولكن لولاها لما كان تم اكتشاف اميركا» . ويمكن ان نضيف : البوصلة اكتشفت لا اميركا وحدها ، ولا كل الكرة الارضية فحسب بل كشفت الكون امام البشرية !



الفصل الثامن

فن ايجاد الموانى

الجميع يعلمون : ان الابرة المغنطيسية تدل على جهات الدنيا الاربع . ولكن هل سمعت ، ايها القارئ الكريم ، ان هذه الابرة نفسها تستطيع ان تنبئ الرحال عن مكان وجوده ؟ وهل تعلم ان اول من حزر امكانية البوصلة هذه وحتى حاول ان يستخدمها فى الممارسة هو . . . كولومبس ؟ وهل تعلم ان فضلا كبيــرا فى تطوير الطريقة الجديدة للملاحة اسداها عن غير قصد منه . . . بابا روما ؟

ولكن ، لنتتبع الامور بالترتيب .

ان مكان وجود السفينة فى البحر يتحدد بخطى العرض والطول الموجودة فيهما . وخط العرض الجغرافى هو عدد الدرجــات الى الشمال او الجنوب من خط الاستواء ، وخط الطول هو عدد الدرجات الى الشرق او الغرب من دائرة طول ما تختار كدائرة اولية . كان يحسن تعيين خط العرض حتى الملاحون الاقدمون ، ابتــداء من الفينيقيين . فقد كانوا لاجل ذلك يعاينون ارتفاع نجم القطب او شمس الظهيرة فوق الافق . وفى عصر الاكتشافات الجغرافية كان يجرى تعيين ذلك بواسطة شاقول ، او كما كانوا يدعونه ايضــا عكاز القديس يعقوب ، وهو عبارة عن آلة بسيطة فى هيئة صليب او شريحتين . وتعيين خط الطول امر اصعب بكثير : فينبغى معرفة

الفرق بين الوقت المحلي والوقت في خط الطول الاوّلي ، في آن واحد . ان عدم كمال ادوات فن الملاحة والوضع العام للعلوم في ذلك العصر لم يكونا يسمحان باداء هذه المهمـــة بشكل مقبول . ويمكن القول انه لم تكن ثمة وسيلة مناسبة اخرى لتحديد خط الطول الجغرافي ريثما لم يتم اختراع الاجهزة البحريـــة لضبط الوقت – الكرونومتر . لقد كانوا يحددون هذا الخط مع خطأ كبير وبجهد شديد ، وفي اغلب الحالات بواسطة الحساب . في البدء ، قبل ان يعرفوا البوصلة ، كان يجري ذلك بصورة فظة غير متقنة ، اما عندما ظهرت فبصورة اكثر دقة بكثير . فقد كان بوسع عامل الدفة ، بالقائه نظرة على وجهة دائرة البوصلة وتحديده سرعة السير (كانوا يقدرونها بصورة تقريبية اعتمادا على خبرة سنوات عديدة) ، ان يقول على اية مسافة وفي اي اتجاه ابتعدت السفينة عن وضعها الاساسي ، اي كان بامكانه ايجاد الاحداثيات الجديدة .

كان كولومبس قد اصبح يقوم بالحساب . ولكن ، لكم كان ذلك لا يزال ناقصا ! وكان يحدث ان يقدم له عمال الدفة الثلاثة ثلاثة قياسات مختلفة لوجهة دائرة البوصلة التي ينبغي السير وفقها ، وعند ذلك كان الاميرال نفسه يختار القياس الرابع . اما عندما اكتشف الارض الجديدة فقد حسبها انها قارة آسيا . «ان ارضنا ليست كبيرة» – قال للملكة ايزابيل وهو واثق من انه دار حول جزء كبير من دائرة الكرة الارضية . لقد خيل له : انه يكفي الابحار مسافة غير كبيرة الى الغرب حتى تصل الى الهند . تصوروا اية كوارث كان يمكن ان يتعرض لها ملاح صدّق كلامه فانطلق بعيدا الى الغرب عن اميركا ، وبدلا من مضيق ضيّق متوقع تستقبلـــه الرحاب الهائلة للمحيط الهادئ الذي يبلغ امتداده نصف الكرة الارضية !

لقد كانوا في تلك المرحلة يتّبعون القاعدة الرئيسية التالية بغية تحديد موقعهم في البحر بصورة اسهل وقيادة السفينة عبر المحيط بطريقة موفقة : في البدء الارتفاع او الهبوط بمحـــاذاة الساحل حتى خط عرض المكان الذي ينبغي بلوغه ، ومن ثم السير وفق هذا الخط نحو الشرق او الغرب . لقد كانوا ، بطبيعة الحال ، يبلغون بهذه الطريقة المكان المقصود ، غير ان يوم الوصول الى

هناك كان يستحيل التنبؤ به : فلم يكن ضابط الملاحـــة يملك معطيات موثوقا بها عن خط طول السفينة اثناء الانتقال . وكانت القاعدة نفسها ذات مفعول لدى الابحار الى جزيرة . غير ان الملاحين كانوا فى هذه الحالة اكثر تعرضا للمخاطرة . فلدى الوصول الى منطقة الهدف كان بامكان الملاح ان يقرر انه يوجـــد ، مثلا ، الى الغرب من الجزيرة بينما يوجد فى الواقع الى الشرق منها . واذا ما وجه الملاح السفينة عند ذلك الى الشرق ، اى الى الجزيرة حسب اعتقاده ، فسوف يبتعد عنها فى واقع الامر . وكان اكتشاف الخطأ يتطلب وقتا . وقد حدث مثل ذلك مرات عديدة فيما بعد عندما كان البحارة قد اصبحوا يملكون وسائل ملاحة كافية . ففى عام ١٩٢٣ انبأت كبريات جرائد العالم عن الاختفاء المفاجىء لجزيرة الفصح . وقد اتضح فيما بعد ان قبطانا ما اخطأ فى القياسات فمر على مقربة من الجزيرة فى ليلة كثيفة الضباب واسرع الى ابلاغ العالم عن الاكتشاف المثير !

ان الخطرين الرئيسيين اللذين كانا يرافقان ملاحة تلك الايام السالفة هما تطويل مدة الرحلة الى حد كبير والغموض التام حول وقت الوصول الى الهدف المنشود . وكان تحديـــــد خط الطول بالنسبة للبحّار مسألة حياة او موت حقا .

فى اواخر القرن الخامس عشر غدت هذه المهمة اكثر آنيـــة والحاحا . والحال ان عصر الاكتشافات الجغرافيـــة الكبرى بدأ بمنافسة حادة حول الحق فى الاراضى المكتشفة حديثا بين الدولتين البحريتين الجبارتين فى ذلك الزمن — اسبانيا والبرتغال . ولذا اخذ الجميع يبحثون بشكل محمـــوم عن طرائق لتعيين الحدود فى البحر والبر بين الممتلكات البرتغالية والاسبانية . وما كاد يفلح كولومبس فى العودة من رحلته الاولى مع نبأ اكتشاف «الهند» حتى كان البابا اسكندر الســـادس يوقع المرسوم البابوى الشهير «بالمناسبة» الذى يقسم العالم بكل غطرسة بين التاجين الاسبانى والبرتغالى بما يسمى دائرة الطول البابوية التى تمر على بعد ٥٥٠ كيلومترا تقريبا الى الغرب من جزر آزور .

لقد اثار البابا بعمله هذا ، وعن غير قصـــد منه ، مجددا الاهتمام بالمسألة الآنفة الذكر . وابتداء من هذه اللحظة اخذ ينهمر

سيل من التصاميم غير القابلة للتحقيق ! وعلى امتداد مئات السنين كان البحارة الملاحون ، وعلماء الفلك ، ورسامو الخرائط وغيرهم من العلاّمة يبحثون بكل جد ومواظبة عن حل للمسألة فى البرتغال ، واسبانيا ، وهولندا ، وانجلترا ، وفرنسا ، فى جميع البلدان التى كانت تزدهر فيها التجارة البحرية وتجرى معالجة فن الملاحة بطريقة علمية . ان افكار واشغال الباحثين - البحارة وغير البحارة وجميع الذين كبّوا على دراسة المسألة - شكلت فصلا رائعا فى تاريخ البوصلة . ويمكن تسميته : «تحديد خط الطول فى البحر حسب ميل البوصلة» . وهذا الفصل بدأ بكولومبس .

فقد لاحظ كولومبس منذ الرحلة الاولى ، كما نذكر ، ان الميل يتغير بانتظام ، فى احد خطوط العرض (وقد كان يبحر فى البدء باتجاه الغرب تماما تقريبا) ، من مكان الى آخر ، ومن دائرة طول الى اخرى . ومن المرجح انه خطرت على باله فى هذا الوقت بالذات الفكرة العبقرية . الا وهى حساب طول دائرة الزوال حسب قياسات الميل . ذلك لان الاميرال حاول بالفعل اثناء الرحلة الثانية كما هو معلوم تعيين مكان وجود السفينة حسب خط الطول انطلاقا من معاينات ميل البوصلة . الحقيقة ان كولومبس لم يكن بوسعه بعد ان يطرح اية قاعدة : فقد كانت مواد الانطلاق شحيحة للغاية .

مر عقدان من السنين . وعبرت مئات السفن المحيطين الاطلسى والهندى ، وتم اكتناز خبرة لا يستهان بها فى عمليات مراقبة البوصلة . واصبح بامكان جووا دى ليسبووا ، الآنف الذكر ، ان يقول بشكل ملموس وهو يطور فكرة كولومبس : «ان خط طول اى مكان كان يمكن حسابه بسهولة فائقة وفق الميل المعايَن !» . فقد وجد بين هاتين القيمتين صلة صارمة ، كما خيل له . اليكم استنتاجاته . كان جووا يراقب دائما ان عقارب البوصلات تشير الى الشمال الصحيح عند دائرة الطول التى تمر عبر جزيرتى سانتا ماريا وسان ميغل فى جزر آزور . فاذا تحركنا من دائرة الطول هذه نحو الغرب فان الميل سيكون غربيا وسوف يتزايد خلال كل ١١٤٠ كيلومترا تقريبا مقدار ١١,٢٥ درجة ليبلغ الحد الاقصى اى ٤٥ درجة عند خط الطول من ٩٠ درجة . وعلى امتداد الدرجات التسعين التالية من خط الطول يأخذ الميل فى التقلص حتى الصفر .

وبطريقة مماثلة يتغير الميل الشرقى ايضا اذا اتجهنا من دائرة الطول الاولية نحو الشرق . وفى النصف الاول من القرن السادس عشر كانت مثل هذه النظرة البدائية الى تغير الميل شائعة للغاية . وكان يتمسك بها ، على الاخص ، الاخوان فاليرو ، وألونسو دى سانتا كروس . وهذه النظرة ربما كان موافقا عليها ماجيلان الذى ، كما يقال ، بذل الكثير من الجهود على دراسة مسألة خط الطول وكان يأخذ معه فى رحلاته البحرية نسخة من مخطوطة مواطنه ريو فاليرو .

كان الجميع يدركون ان الميل يقود الى «اثبات طول الاراضى والفرق بين دوائر الطول» . الا انه مع مرور الزمن اخذ العلماء والملاحون الفطنون يقتنعون اكثر فاكثر بان المسألة لا يمكن حلها «بسهولة فائقة» . كان مركاتور اول من اكتشف خطأ وجهة النظر الشائعة . وكان ، فى كل مرة يتفحص فيها الخرائط البحرية ، يتملكه العجب من عدم دقتها . وقد كتب يقول : «. . . لقد بدأت ابحث بكل جد ومواظبة عن سبب هذه الاخطاء ووجدتها قبل كل شىء فى الاستخفاف بطبيعة المغنطيس» . واعلن مركاتور ان الابرة المغنطيسية لا تشير دائما الى نقطة بعينها فى كل مكان كما لا يزال يعتقد الكثيرون من القباطنة ويظن بعض الهيدروغرافيين . فهى تغير اتجاهها ليس فقط بتغير خط الطول . فالميل يتوقف ، كما يبدو ، على خط العرض ايضا ! وكان دى كاسترو قد لامس فقط هذا السر ، بينما كشفه مركاتور . فاذا انطلقنا من مكانين على الارض نحو الشمال باتجاه الابرة المغنطيسية فان الطريقين تتقاطعان بالضبط فى تلك النقطة التى تجتذب المغنطيس بقوة لا تقهر . وهذه النقطة هى القطب المغنطيسى ، وهو لا يتطابق مع قطب الارض الجغرافى ! وبهذا بالضبط تتفسر جميع خصائص الميل ! ووفقا لمقدار الميل فى جزيرة والهيرين بزيلاندا وفى دانتسيغ (غدانسك حاليا - **المؤلف**) حسب مركاتور لاول مرة موضع القطب الغامض . وعند ذلك اصبح من الممكن اثبات الصلة الرياضية الدقيقة بين ميل الابرة المغنطيسية وبين الاحداثيات الجغرافية لمكان المراقبة . وقال مركاتور واعدا : «. . . اذا ما تفرغت فى يوم من الايام من اشغال لا تحتمل التأجيل فانى آمل

بان اواصل المعالجة المناسبة لهذه المسألة واحلها» . وبعد مرور بضع سنوات اصبح الحل جاهزا .

ان تصور هذا العالم فى رسم الخرائط والرياضيات عن القطب المغنطيسى كان يتيح حساب الميل فى اى مكان من الكرة الارضية ، وعلى العكس فان خط الطول كان يمكن حسابه وفق مقدار الميل . اما كيف يمكن القيام بذلك فيتحدث مركاتور عن هذا عام ١٥٥٢ فى الوثيقية التوضيحية لمختلف نماذج الكرة الارضية التى صنعها بنفسه .

تبنّى مركاتور فى حساباته دائرة طول اولية ، صفرية ، تلك التى تمر عبر القطب المغنطيسى . لنتوقف عند هذه المسألة بمزيد من التفصيل . لقد كان اقتراح مركاتور يختلف عن المقترحات الاخرى بانه كان ، ربما لاول مرة ، قائما على اعتبارات علمية محترمة كفاية . والحال ان فى دائرة الطول هذه ، كما كان يعتقد مركاتور ، ينعدم وجود الميل المغنطيسى . ولكن ينبغى القول هنا انه يمكن اخذ اى دائرة طول دائرة صفرية لان هذه الخطوط ، خلافا لخطوط العرض ، متماثلة فيما بينها . فهنا تتوفر بعض الحرية فى الاختيار . ولذا ، فقد كان يجرى حتى القرن الاخير حصرا فى مختلف الدول ومختلف الاوقات استخدام وفرة من خطوط الطول الصفرية بما يلحق الضرر بالدراسات العلمية . فقد كان العالم الفلكى الاغريقى غيبارخ يستخدم دائرة طول صفرية تمر عبر جزيرة رودوس حيث اجرى معايناته . ومررها بطليموس عبر الجزر السعيدة (هكذا كانت جزر الكنارى تدعى فى زمانه) بغية حساب خطوط طول جميع الاماكن المأهولة الواقعة الى الشرق فقط . وكان العرب يرسمون دائرة الطول الاولية عبر اعمدة هرقل (مضيق جبل طارق) ، بينما كان الفلكيون والجغرافيون الاسبان على عهد الفونس العاشر ، خلافا للعرب ، يتمسكون بدائرة طول تمر عبر مدينة طليطلة (توليدو) التى كانت آنذاك عاصمة كاستيليا . وفيما بعد وضع البابا اسكندر السادس ، كما رأينا ، دائرة طول خاصة به .

وفى القرنين السادس عشر — السابع عشر كان يجرى اختيار جزر مختلفة فى المحيط الغربى بمثابة نقطة انطلاق لدائرة الطول

الصفريـــة – جزر آزور وكنـــارى والرأس الاخضر – اقتداء بمركاتور . ولكن كانت توجد اعتراضات ايضـــا على مثل هذا الموقف . ففى عام ١٦٢٠ كتب الجغرافى وعالم الملاحة وليم بلو على نموذج الكرة الارضية الخاص به الذى يحتفظ به حاليا فى مكتبة انتفيربين : «. . . ان الكثيرين فى ايامنا هذه يعتقدون ان نقطة الانطلاق يجب ان ترتكز على الطبيعة نفسها ، ويعتمدون اتجاه الابرة المغنطيسية بمثابة مؤشر لهم ، ويضعون دائرتهم الطولية بحيث تمر عبر نقطة ملزمة بان تكون شمالا . ولكن ذلك وهم مرده الى ميزة الابرة المغنطيسية التى لا يمكنها ان تصْلح معيارا لدائرة الطول لانها هى نفسها تنحرف على امتداد دائرة طول واحدة بعينها عندما توجد على مقربة من هذه الكتل الارضيـــة او تلك» . وبلو نفسه يمرر دائرته الطولية الاولية عبر قمـــة جزيرة تينيريف مفترضا ، على ما يبدو ، ان هذه القمة يمكن رؤيتها من بعيد نظرا لعلوها ، وكأن الطبيعة نفسها وضعتها لهذه الغايـــة . وفى عام ١٦٣٤ اصدر ملك فرنسا لويس الثالث عشر مرسوما حظّر بموجبه على جميع الملاحين والهيدروغرافيين وواضعى الخرائط وصانعـــى نماذج الكرة الارضية ، بصورة قاطعـــة استعمال اى دائرة طول انطلاقية اخرى سوى تلك التى تمر عبر النقطة الغربيـــة لجزر كنارى . وامر الملك بعدم اعارة الاهتمام لدائرة الطول المثبتة فى جزر آزور ، وذلك على اساس ان ابرة البوصلة ، على حد زعمه ، تشير هنا الى الشمال بالضبط فى حين يحدث ذلك فى اماكن اخرى ايضا لم يجر اختيارها ابدا مع ذلك بمثابة دائرة طول اوليـــة . للوهلة الاولى يبدو مضمون هذا المرســـوم ، الذى تم اعداده بمساعدة مؤتمر للفلكيين والجغرافيين المشهورين دعا اليـــه الكاردينال ريشيليو ، مضمونا بريئـــا تماما وحتى علميا لولا الاضافة التى اكدت على الطابع السياسى السافر للمرسوم . فقد تبين ان دائرة الطول هذه قد احتاجوا لهـــا من اجل اثبات حدود المحيط التى لم يكن يسمح للسفن الفرنسية تعاطى القرصنـــة الرسمية خارجها لدى مطاردتها السفن الاسبانية والبرتغالية .

وغالبا ما كانت السمعة تلعب دورا ليس بالاخير لدى اختيار دائرة الطول الاولية . والحال ان تسمية «لاولية» تؤثر على عقليـــة

الناس وتضفي عظمة وهمية ما على ذلك المكان الذى تمر عبره او الذى تسمّى باسمه . فقد كان يجرى استعمال دوائر طول تمر عبر مدن كبرى وعواصم – روما ، اورشليم – ومراصد ، واقترحت بمثابة دوائر طول مضيق بيرينغ واهرام هيوبس فى مصر . . . علما بانه كان يجرى فى الخرائط البرية استعمال دوائر طول خاصة بها وفى الخرائط البحرية دوائر طول خاصة بها . بينما كان ضباط الملاحـــة يدونون فى سجلات السفن دائرة طول اى مكان ملحوظ يصادفونه فى طريقهم ، من ذلك مثلا : «كذا من الدرجات والدقائق الى الشرق من الرأس الفلانى» .

لقد ظلت كل هذه البلبلة قائمة الى ان دخلت حيز الاستعمال العام دائرة طول غرينيتش (دائرة طول مرصـــــد غرينيتش فى لندن) .

لنعد الآن الى فكرة مركاتور .

على الرغم من ان «قاعدته» فى تعيين خط الطول كانت تعطى نتائج حسنة بالنسبة لعدد من الاماكن فان معاينات كثيرة لم تكن تخضع لنظريته . وحاول علماء من بلدان مختلفة – الايطالى جان باتيستا ديلا بورتا ، وعالم الرياضيات والطبيب من روان الفرنسى جان دى سيسيل ، والاختصاصى فى فن الملاحة والرياضيــــات الهولندى ميشال كوانيه ، وغيرهم – حاولوا تطوير المسألة ، غير انه لم يكن من السهل صياغة طريقة لتعيين خط الطول ملائمة للملاحة العملية . ولذا ، لم يكن كثيرون من ضباط الملاحــــة يصدقون العلمـــاء – «البحارة البريين» . وكان يوجد مَنْ اهمل الميل . وعلى سبيل المثال نشير الى يان هايغن فان لينسكوتن من انتفيربن الذى كان يقول متأسفا : «ان بعض القباطنة لا يعتبرون امرا ضروريا معرفة مقدار التغير الشمالى الشرقى او الشمالى الغربى للبوصلة (هكذا كان يدعى الميل المغنطيسى آنذاك – **المؤلف**) ، مفسرين ذلك بان اجدادنا الاقدمين لم يكونوا يعرفون البوصلة ، ولكنهم وضعوا مع ذلك خرائط بحرية للشواطئ» .

وفى عام ١٥٩٥ جرى اصدار دليل الملاحة للينسكوتن الذى ضمّنه مئات من مقادير الميل فى الطريق من البرتغال الى الهند الشرقية ، وبيّن بالامثلة اية فائدة عملية يمكن ان يجنيها الملاح

6*

من هذه المعطيات . ونقرأ فى هذا الدليل : اذا كان مقدار الميل الشرقى فى البوصلة ١١,٢٥ درجة «فيجب عليك ان تعلم انك توجد قرب كابو ديل بونا ايسبيرانسا» ، واذا كان مقدار الميل حوالى ٨,٥ درجات الى الغرب «فاحذر جزيرة سانت لورنتسو اذ انك سوف تشاهدها عما قريب» . وقد كانت لمؤلف لينسكوتن اهمية لا تقدر بثمن بالنسبة لجميع الباحثين والملاحين المعاصرين رغم انه لم يثبت وجود اية صلة نظرية بين الميل وبين خط الطول . ولكن عندما اطلع لينسكوتن على مؤلف اليسوعى الاسبانى جوزيه دى اكوستا لم يعد يرضيه مؤلفه هو . فبم كان كتاب المبشر اكوستا يجتذب لينسكوتن ؟ لقد كان اكوستا يستفيد من تقارير الربابنة البرتغاليين وحاول جهده وضع نظام للمعاينات . وهذا بالذات ما كان ينقص عمل لينسكوتن . ففى حين كان يوجد ، حسب نظرية مركاتور ، فقط خطان للطول بدون ميل فقد فتش اكوستا عن . . . اربعة خطوط من هذا النوع . لقد كان مركاتور ، كما نعلم الآن اقرب الى الحقيقة . اما نظرية اكوستا فقد كانت خطوة تبتعد بعض الشىء عن اللوحة الفعلية لمغنطيسية الارض . ولكن ، ذلك هو الطريق المتعرج فى العلم . وسرعان ما حظيت فكرة اكوستا بتطور هام . وقد قام بذلك مواطنه لينسكوتن .

بيتر بلانتسى ، واضع الخرائط اللامع وأحد الثقات فى شؤون الميل ، هو ذلك العالم الذى اعد القاعدة العلمية لاجل البعثات البحرية الهولندية الاولى . كان هذا الداعية المتحمس لافكاره يعلّم من كرسى كنيسته مباشرة الملاحين الذين كانوا يتوجهون فى هذه الرحلات . ولم يكن الاب بيتر يكتفى بالقاء المحاضرات فى الملاحة بل حتى انه كان يزود الملاحين بأدوات جديدة ويعلمهم تشغيلها فى التطبيق .

فى البدء كان بلانتسى يقلد مركاتور . الا انه ، فى سعيه المواظب الى هتك سر مغنطيسية الارض ، كان عليه ان يدرك ان المعلومات عن الميل ، التى جمعها ، لا تندرج فى لوحة بسيطة . وتسنى لبلانتسى ان يرى فيها قانونا جديدا . وبالفعل ، فقد كان ينتج من مقادير الميل التجريبية انه توجد على سطح الارض بضعة اماكن بارزة : مناطق جزيرتى كورفو وفلوريش (آزور) ، وابعد

نقطة فى جنوب افريقيا – رأس ايغولبوتشو ، وابعد نقطـــة فى شمال اوروبا – رأس نوردكاب ، واخيرا كانتون (غوانتشو) فى الصين . ففى هذه الاماكن تشير ابرة البوصلـــة الى الشمـــال بالضبط . وينتج عن ذلك انه توجد على اقل تقدير ثلاثة دوائر طول بدون ميل : دائرة الطول المارة عبر جزر آزور ، ولتكن دائرة الطول الابتدائية ، والصفرية ، فى رأى بلانتسى ، ودائرتا الطول الواقعتان الى الشرق من دائرة الطول الابتدائية على مسافـــة ٦٠ و١٦٠ درجة طولية . وشعور الانسجام املى على الكاهن العالم انه يجب ان تكون ثمة دائرة طول اخرى مماثلة . واذا به يرسم دائرة الطول هذه عند درجة ٢٦٠ من خط الطول الشرقى . اذن ، كانت اربع دوائر طول (صفر ، ٦٠ ، ١٦٠ ، ٢٦٠ درجة) تقسم الارض الى اربعة اقواس تتعاقب وفق اتجاه الميل ، علما بان هذا الميل فى كل قوس كان يتزايـــد من الصفر حتى الحد الاقصى ومن ثم يتناقص حتى الصفر .

نشرت نظرية بلانتسى للمرة الاولى فى اعوام ١٥٩٥–١٥٩٧ . وكان واثقا من صحة استنتاجاته وينتظر كل يوم معطيات جديدة من شأنها ان تثبتها .

لقد اقتصر اكوستا على اقتراح فكرة وجود اربـــع دوائر طول بدون ميل . ولكن بلانتسى ذهب الى ابعد من ذلك : فقد اعطى لوحة ناجزة نسبيا عن توزع الميل ، واقام صلة رياضية دقيقة بين الميل وخط الطول ، واخيرا اقترح طريقته فى ايجاد خط الطول حسب الميل . وكان يجرى تأدية هذه المهمة بواسطة آلتين : ما يسمى بالاسطرلاب الشامل ، و«الباحث عن خط الطول» .

كانت لوحة مغنطيسية الارض ، التى ابتكرها ، سطحية جدا . وكان يمكن ان يطويها النسيان لو لم يصبّ فجأة فى نظريـــة بلانتسى قوى جديدة البطل التالى لروايتنا العالم الهولندى اللامع سيمون ستيفين (١٥٤٨–١٦٢٠) .

طوال ثلاثمئة عام ظل اسم ستيفين يذكر فقط كمعلم لموريس اورانسكى ، الذى اصبح حاكما لمحافظات الهولنديين المتحدة ، وكبانٍ لمركبين شراعيين كان يتنزه عليهما مع اصدقائه . واحيانا كانوا ينوهون باسم العالم ومؤلفاته فى تاريخ الرياضيات والعلوم

الطبيعية دون ان توفى منجزاته حق قدرهـــا من العدالة . ولم يتم الاعتراف بستيفين الا فى عصرنا هذا عندما جرى بصورة متقنـــة ومنتظمة دراسة وفهم ارثه العلمى .

كان ستيفين شخصا شاملا حقا لعصر النهضة اذ كان يعمل فى ميدان العلوم النظرية وفى التكنيك على السواء . وتحتوى مجموعة مؤلفاته المتعددة الاجزاء على كتب فى الحساب ، والجبر ، والهندسة ، وعلـم حساب المثلثات ، والطوبوغرافيـا ، والميكانيـــك ، والهيدروستاتيكا ، والجغرافيا ، وعلم البصريات ، والتكنولوجيا ، وهندسة التحصين ، وفن العمارة ، والموسيقى ، والمنطق . . . وكان يعتبر مرجع ثقة فى بناء منشآت الموانئ ، والقنوات ، والهويسات ومنظومات الرى ، وابتكر آلات لجرف التربة ، ومارس تأثيرا كبيرا على لغة شعبه واصبح بسبب ذلك مشهورا بدرجة لا تقل عن شهرته بمنجزاته .

وكانت محافظتا الهولنديين الشماليتان — هولندا وزيلندا — تملكان آنذاك اسطولين متطورين ، واحد تجارى وثان لصيـــد الاسماك . لذا فقد كان من الطبيعـــى ان تتناول عبقرية ستيفين شؤون الملاحة ايضـــا . ففى ١٨ آذار (مارس) ١٥٩٩ بوشر فى انتفيربن باصدار كتاب ستيفين «فن ايجـاد الموانئ» باللغـــة الهولندية ولغات اخرى . لقد كان ذلك بحثا علميا رائعا فى تاريخ الملاحة طوّر لاحقا الطريقة التى كانت تمكّن البحارة ، وفق مقدار الميل الذى يعاينونه ، من ان يقودوا السفينة دونما خطأ الى المكان المقصود .

يسير ستيفين فى نظريته ، فى جوهر الامر ، لا على خطـــى بلانتسى بل على طريقته هو . فلدى بلانتسى وسائر الاسلاف لم يأخذ ستيفين سوى مواد اولية عن الميـــل والمفهوم المتكون عن بعض الانتظام فى تغير الميل . هذا فقط ! يقسم ستيفين سطح الكرة الارضية الى ستة اقواس غير متساوية ذات تغير صحيح للميل . ولا يربكه ان هذه اللوحة موضوعـــة على اساس عدد قليل جدا من المعاينات المتعلقة بسدس واحد فقط من سطح الارض . وهو لا يحاول ان يفسر لماذا الميل فى عدة اماكن لا يخضع لنظام دقيق . فمثل هذه اللوحة لمغنطيسية الارض ليست بالنسبة له . . . سوى

لوحة افتراضية . وستيفين العالم الرياضى اللامع لا يبحث ، خلافا لبلانتسى ، عن اية صلة رياضية بين الميل وخط الطول . فهو ليس بحاجة لها ! فقد كانت كافية بالنسبة له التصورات عن الخط العام نفسه للميل . لذا فان طريقة ستيفين ليست بالضبط طريقة لتعيين خط الطول بل طريقة عملية لايجاد الموانئ . وتوصل ستيفين الى استنتاج مفاده انه يمكن دونما خطأ قيادة السفينة الى الميناء المرغوب فيه حتى ولو كان خط طول مكان السفينة مجهولا وخط طول الميناء المقصود مشكوكا فى صحته . ينبغى فقط معرفة ميل نقطة الوصول وامتلاك امكانية قياسه اثناء الطريق . وعند ذلك تابع سيرك بمحاذاة خط عرض الميناء المقصود الموازى لنقطة ذات ميل مساو للميل فى هذا الميناء فتصل الى الهدف المنشود . فالملاح ، اذ يراقب فقط فى اى جهة يتغير الميل ابان السير ، سوف يعلم ما اذا كان يبحر فى الاتجاه المطلوب . لقد استبدل ستيفين فى طريقته خط طول المكان بميل المكان .

كان هذا العالم يدرك جيدا ان نجاح طريقته يتوقف على كمية المعلومات حول الميل على سطح الارض . واذ كان يحدوه الامل فى اسداء قسط فى حل مسألة تحديد خط الطول فى البحر رجا ستيفين البحارة قياس الميل اغلب ما يمكن وحيث تتوفر الامكانية . وزود البحارة بقاعدة ذهبية : اذا كانت معطيات المعاينات القادمة سوف تختلف عن المعطيات المعروفة واذا لم تكن مطابقة للوحة المتكونة عنها فان ذلك يجب ان لا يمنعهم باى حال من الاحوال عن مواصلة البحث . فالمعطيات الجديدة لن تؤثر ، من حيث المبدأ ، على الطريقة التى اقترحها لايجاد الموانئ ، ولكنها فى المقابل تكمل معارفنا عن مغنطيسية الارض .

ولُبّى طلب ستيفين . فقد اصدر اميرال الاسطول الامير موريتس ، الذى كان مطلعا على الموضوع اطلاعا حسنا (بفضل معلمه بلا شك) ، امرا الى البحارة جاء فيه : «من الآن فصاعدا القيام ، بواسطة آلات خاصة ، بتحديد تغير الابرة المغنطيسية تحديدا دقيقا فى جميع الاماكن التى تبلغونها ، وتسليم نتائج المعاينات الى هيئة الاميرالية . وعلى هذه الاخيرة طبع المعطيات المجموعة» .

وانتظر موريتس مساعدة من الملاحين الاجانب ايضا . ففى

آن واحد تقريبا لصدور كتاب ستيفين باللغـــــة الهولندية تمت ترجمته الى اللغة اللاتينية . وقوبل هذا الكتاب بالاعجاب فى انجلترا ايضا حيث ترجمـــــه عالم الرياضيات البارز والاختصاصى فى فن الملاحة ادوارد رايت . وحاول بكـــــل اصرار ان يثير اهتمام اللورد والاميرال الاعلى كارل ، دوق نوتنغيم بهذا الموضوع الذى يتسم باهمية بالغة بالنسبة للرحلات البحرية البعيدة . وقد قام رايت بهذه الترجمة (ظهرت بعد مرور بضعة اشهر على الطبعة الهولندية) لكى ينشر الطريقة وسط جميع الملاحين الانجليز ، رغم انه يعترف بانه يوجد ملاحون انجليز حاولوا تحديد موقع سفينتهم حسب خط العرض وميل البوصلة منذ اكثر من عشرة اعوام مضت . ويقول المترجم ، وهو يعرض الكتاب على الاميرال ، انه يجب على المواطنين الانجليز ، مع ذلك ، الا يتخلفوا عن الهولنديين . ويطلب منه اشراك البحارة الانجليز فى تجربة الطريقة الجديدة ومراقبة الميـــــل فى كل الكرة الارضية . وكان رايت على ثقـــة من ان «التجارب التى اجراهـــا بعض . . . الملاحين الانجليـز المحنكين» اعطـــت آمالا كبيرة بالنتيجة التى ستكون عمـل خير لا للبحارة فحسب بل للعالم اجمـع ايضا .

اجل ، ان طريقة الملاحة حسب البوصلة بدون قياس خط الطول ، هذه الطريقة التى رست فى اساسها افكار سديدة على العموم ، كان ينبغى لها ان تستأثر بالاهتمام الواســـــع . وانصار افكار بلانتسى ومركاتور ايضا كان عددهم لا يزال كبيرا : لقد كانوا يصرون على موقفهم : ان خط الطول يمكن تحديده بصيغة بسيطة تربط موقع السفينة بميل البوصلة . وظل العالم الفلكى الالمانى الكبير يوهان كيبلر مدة طويلة يعلل النفس بأمل وجوب وجود صلة بسيطة بين شبكة خطوط الطول والعرض ، من جهة ، وبين لوحة توزع الميل المغنطيسى على سطح الارض من جهة ثانية . وكان الكثيرون يبحثون بكل عناد عن هذه الصلة المستعصية .

لقد كان يدفعهم الى ذلك ليس فقط تطور الملاحة فى المحيطات ، وليس فقط تبعية الدول البحرية الرئيسية تبعيـــة متعاظمة ابدا للتجارة فيما وراء البحـــار . فقد كانت تلهب حماس المخترعين

والباحثين ايضا المكافآت الكبيرة التى كانت تنتظر من يحالفهم الحظ .

وكان ثمة معسكر آخر ايضا لا يعترف بأية طرائق لتحديـــد موقع السفينة بواسطة البوصلة ، ووجـــه نقدا شديدا لاعمال بلانتسى وستيفين . والحال ان عدم الرغبة فى تقبل الجديد ظاهرة مألوفة .

لقد كان ستيفين يدرك بلا شك ، بوصفه غير بحار ، انـــه سيلاقى مقاومة من جانب بعض المتضلعين فى شؤون الملاحة . غير ان هذا العالم الحقيقى لم يمنعه ذلك من نشر اكتشافاته ونقل النتائج الى البحارة . لقد كان ستيفين على قناعة بانه اسدى بقسطه الشخصى فى زيادة سلامة الملاحة وفى حل المسألة الملحة التى كان عالم الملاحة بأسره يبذل الجهود لاجل حلها .

ان جميع الذين تعاطوا مهمة ايجـــاد الموانئ او تحديد خط الطول حسب الميل كانوا يدركون جيدا ان فعالية اية طريقة كانت ما تتوقف بالدرجة الاولى على دقة قياس الميل وعلى نوعية الجهاز الذى كان عبارة عن بوصلات مغنطيسية لقياس الميل مكيفة تكييفا خاصا لاجل قياس زوايا الاجرام السماوية ، الامر الذى كان يمكن بواسطته ايجاد خط الطول الحقيقى وانحراف الابرة عنه . وانه لامر مفهوم انهم كانوا يهتمون بصنع مثل هذه الاجهزة بصورة لا تقل عن اهتمامهم بابتكار قواعد خاصة بهم لتحديد خط الطول .

الاجهزة الاولى من هذا النوع ، المكيفة خصيصا لاجل المعاينات فى البحر ، ورد وصفها فى ابحاث فرنتشيسكو فاليرو ونونييس والونسو دى سانتا كروس فى النصف الاول من القرن السادس عشر . وكانت عبارة عن ساعات شمسية ذات نصل عمودى وابرة مغنطيسية ، غير متقنة بالمرة . وادخل وليم بورو ووليم بارلو فيما بعد تحسينات هامة على تصميم بوصلات الميل .

وعند ملتقى القرنين السادس عشر والسابع عشر ربما كانت تعتبر اثمن الاجهزة تلك التى صنعها الهولندى رينييه بياترس . فقد كان طوال سنوات عديدة مرتبطا بالبحر اذ كان يعمل لدى اصحاب السفن فى مدينة هورن . وفى عام ١٥٩٥ اطلقوا عليه اسم «المرشد البحرى القاطن فى هورن» ، وفى عام ١٥٩٨ اسم

«المهندس» . توفى بياترس فى هورن عام ١٦١٣ ، ولكن سِفر اخبار المدينة يتحدث عنه ، حتى بعد مرور ١٠٠ عام على وفاته ، كما عن «شخص بارع للغاية فى فن الملاحة» «ابدى مهارة فائقة فى قياس خط الطول» . فى عام ١٥٩٥ منحته محافظتا هولندا وفريزيا الغربية براءة اختراع كان يرغب فى «مكافأة الاخرين» به لانه «مفيد للملاحة العامة» . وبعد مرور عامين حصل بياترس على براءة اختراع آلتين جديدتين «تعتبران مساعدين مفيدين للغاية وهامين جدا لاجل الملاحة» . واحدى هاتين الآلتين تستخدم لاجل «معرفة ميل الابرة عن طريق مراقبة الشمس ، ولاجل قياس خط الطول الشرقى او الغربى ، اى مقدار ما يبتعد عن كل دائرة من دوائر الطول» . وبعد مرور عام وجه طلبا الى سلطات هولندا وفريزيا الغربية مجددا لمنحه براءة جديدة . لقد كان الاختراع الجديد يعتبر هاما جدا وتعلق عليه آمال كبيرة لدرجة انه جرى من اجل تقييمه تشكيل لجنة من علماء مشهورين بمن فيهم ستيفين ونواب امستردام وروتردام وهورن وانكهايزن . واطلق بياترس على اختراعه اسم «البوصلة الذهبية» ! وتحدث عنه ستيفين فى كتابه واوصى به البحارة معتبرا ان هذه البوصلة تستجيب ، على افضل وجه ، لحاجات نظامه فى ايجاد الموانىء . ولكن بريق «البوصلة الذهبية» لم يدم طويلا . ويبدو ان الاسباب الرئيسية لعمرها القصير ، شأنها شأن بوصلات اخرى لذلك الزمن ، كانت تكمن فى الناحية التكنيكية . لقد كانت المعارف فى هذا الميدان تكتسب بصورة بطيئة وبصعوبة ، وكانت البوصلات احيانا تشبه مصنوعات انيقة اكثر مما تشبه اجهزة قياس .

حصلت فكرة «ايجاد الموانىء» حسب الميل على زخم جديد بفضل رحلات البحث البحرية التى قام بها هالى بناء على رغبة الملك «بغية تطوير المعارف عن خط الطول وتغيرات البوصلة» . لقد اصبحت توجد الآن لوحة كاملة عن الميل ، الامر الذى حلم به ستيفين فى يوم من الايام .اما طريقة استعمالها من اجل تقييم خط الطول فيشرحها هالى بالتفصيل فى ملحق بالخريطة المغنطيسية العالمية : «. . حيث تتغير خطوط الانحناء بسرعة ، كما على مقربة من القطبين الشمالى والجنوبى مثلا ، او حيث تكون قريبة من بعضها البعض

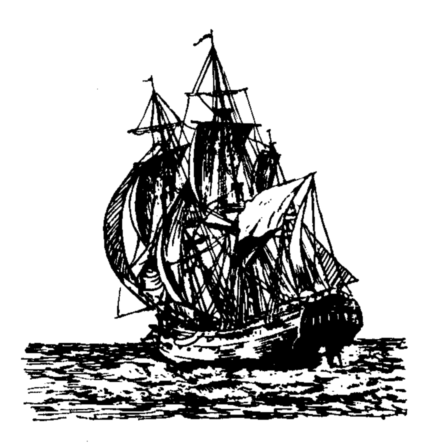
كما فى جوار رأس الرجاء الصالح ، هناك تبين بصورة جيدة جدا للسفن القادمة من بعيد المسافة التى تفصلها عن اليابسة : لان التغير هنا يحدث مقدار درجة واحدة تقريبا فى كل درجتين لخط الطول كما يمكن رؤية ذلك على الخريطة . الا ان خطوط الانحناء فى المحيط الغربى ، بين اوروبا واميركا الشمالية ، اذ تنحرف بشدة الى الشرق والغرب لا تصلح لهذا الهدف» .

ان فكرة هالى باستخدام اللوحة التخطيطية لمغنطيسية الارض لقيت على الفور مساندة حارة وسط العديد من العلماء البارزين بمن فيهم لايبنيتز . غير ان هذا ، خلافا لهالى ، اقترح استعمال النماذج المغنطيسية للكرة الارضية ، وليس الخرائط المغنطيسية ، من اجل تحديد خط الطول .

بظهور خرائط الميل لهالى حصل البحارة على امكانية قيادة السفن بصورة واثقة اكثر . وما دامت اية من الطرائق الموجودة لتحديد خط الطول لم تكن ، شأنها فى السابق ، تعطى نتائج مأمونة فان كتب تدريس قيادة السفن كانت تعطى الافضلية لايجاد خط الطول حسب الميل بواسطة الخرائط المغنطيسية .

وشيئا فشيئا اخذ يبرد الموقف من طريقة تحديد خط الطول بواسطة البوصلة . والحال انه كان يمكن للمرء فقط بواسطتها ان يثبت بصورة تقريبية ما اذا كان يوجد الى الشرق او الغرب من مكان معروف ، وذلك فى مناطق منفردة فقط . وعبارة «تحديد خط الطول» كان الكثيرون يفهمونها كما فى السابق كمرادف لشيء ما يستحيل تحقيقه او صعب التحقيق للغاية . والطريقة القديمة ايضا كانت لا تزال مستمرة فى البقاء . كما لم تُنس ايضا افكار اكثر قِدما .

وفى بداية القرن التاسع عشر فقط فقدت راهنيتها المسألة التى بذل البحارة والعلماء والمخترعون الجهود طوال قرون عديدة من اجل حلها . فخط الطول فى البحر اصبحوا يحددونه الآن بصورة موثوق بها بواسطة اجهزة الكرونومتر .



الفصل التاسع

الارض – مغنطيس عظيم !

لماذا يتجه المغنطيس نحو الشمال ؟ وفيم يكمن سبب حركته التى تثير الدهشة والاعجاب ؟ واية قوى خفية تبعث الحياة فيه ؟ ان معجزة الابرة الصغيرة تشغل بال الناس منذ ان لاحظوها . وحتى فى ايامنا هذه لا نستطيع نحن – الكبار والصغار على السواء – رغم اننا نعلم علم اليقين مصدر فعل الابرة ، ان نبقى عديمى الاكثرات عندما نأخذ ، فى تعاملنا مع البوصلة ، بامعان الفكر فى «طبيعة الاشياء» .

فهل ثمة من داع للتعجب الآن من الاسباب الخارقة التى كان يجرى البحث عنها من اجل تفسير ميزة الابرة المغنطيسية فى عصر الاستعمال المبكر للبوصلة ؟

البعض كانوا يقولون : الابرة تجتذبها نجمة القطب .

وكان آخرون يعتقدون ان المغنطيس يملك قدرة النجوم الشمالية وينجذب اليها ، مثلما يستدير دوار الشمس نحو الشمس .

وكان ثالثون يفترضون ان سبب «توجه المغنطيس» يكمن فى قطب الارض ، وفى اجزاء السماء الواقعة قرب القطب ، وفى نقاط خلف السماوات (!)

وكان الفلاسفة والكتاب ، المفتقرون الى العلم التجريبى ،

يتعاطون الثرثرة والكلام الفارغ دون ان يفهموا الطبيعة الحقيقيـــة لتوجه الابرة المغنطيسية .

فى البدء تم اكتشاف الميل المغنطيسى ، ثم تبين انه مختلف فى كل مكان على سطح الكرة الارضية ، علما بانه يتغير دونما خضوع لاى نظام كان . اما فى خطوط العرض العليا فقد كان خطأ البوصلة كبيرا لدرجة انها كانت احيانـــا تدل على الشرق او الغرب بدلا من الشمال ! انه مجال رحب لامعان الفكر !

الخطوة الاولى نحو كشف سبب سلوك الابرة المغنطيسية خطاها مركاتور . فهو يحلل على النحو التالى : تدل التجربة على ان الابرة تميل فى مكان بعينه عن الشمال الفعلى . لذا ، فمما لا شك فيه ان النقطة التى تجتذب المغنطيس بهذه القـــوة لا يمكن ان تكون فى السماوات . والحال ان جميع النقاط فى السماء تدور حول القطب ، ويكون من شأن الابرة بفضل الحركة اليومية لنقطة الجذب فى السماء ان تسير دائما خلف هذه النقطة فتميل بالتناوب تارة الى الشرق وتارة الى الغرب ، ولكن هذا يخالف التجربة . فيستخلص مركاتور : اذن ، ينبغى البحث عن هذه النقطة على الارض .

وخطا خطوة اقرب الى سر المغنطيس غيورغ هارتمان ، وهو كاهن من نورنبرغ . فقد كان يهتم بالعلوم اهتماما شديدا ، وكان صانعا ماهرا للساعات الشمسية . وكانت هذه الساعات تشير الى الوقت الصحيح اذا وضعت بشكل دقيق باتجاه جهات الارض ، ولهذه الغاية كانت تزود ، عادة ، بابرة بوصلة . ولذلك اجرى هارتمان كثيرا من التجارب باستخدام المغنطيس . ففى عام ١٥١٨ اجرى هارتمان قياسات فى روما ، وهو لا يزال شابا ، ففهم انه يستحيل الاتكال على الابرة لانها تخطئ مقدار ٦ درجات . وكان ذلك اقدم تحديد ، مثبت وثائقيا ، للميل المغنطيسى على اليابسة ! واعلن هارتمان ان المغنطيس لا ينحرف فقط عن الشمال ويميل الى الشرق مقدار ٩ درجات تقريبا (هكذا كان مقدار الميل آنذاك فـــــى نورنبرغ — **المؤلف**) ، بل يميل ايضا الى تحت . وقد تم اثبات ذلك الآن . وقال : «لقد صنعت ابرة بطول اصبع وضعتها بصورة افقية على محور حاد الرأس . . . بحيث لا تنحنى نحو الارض ويستقر طرفاها على مستوى واحد متوازن تمامـــا ، ولكن ، ما ان أُلامس طرفيهـــا

بمغنطيس ، ولا فرق ايا منهما ألامس ، حتى تفقد الابرة توازنها الافقى وتنحنى الى تحت مقدار ٩ درجات او ما يقارب ذلك» . اجل ، ان طرف الابرة الشمالى يتحول عن السماء وينجذب الى الارض ! فهل ان سبب حركة المغنطيس يختفى فى الارض ؟ لقد لامس هارتمان سرا جديدا للابرة المغنطيسية ولكنه كان عاجزا عن كشف هذا السر : «لم استطع ان افسر لماذا يحدث ذلك» .

ومهما يكن من امر فان كلمات هارتمان هذه هى شهادة على المعاينة الاكثر قدما ، ولكنها غير الدقيقة على الاطلاق فى الحقيقة ، للانحراف المغنطيسى . وهى لم تمارس اى تأثير كان على علم مغنطيسية الارض لانها ظلت مجهولة لدى العلماء طوال ٣٠٠ سنة تقريبا الى ان عثر عليها عام ١٨٣١ فى احد الارشيفات .

بعد مرور ٣٢ عاما اكتشف الانحراف المغنطيسى ، فى اثر هارتمان وبصورة مستقلة عنه ، العالم الانجليزى روبرت نورمان ايضا . فقد كان يلاحظ غالبا ، وهو الصانع الماهر لاجهزة الملاحة فى لندن ، ان طرف الابرة الشمالى ، المستقر جيدا مسبقا على محور فى وضع افقى ، كان يتحرك الى تحت بصورة واضحة بعد تمغنطه على الفور . وعرض تجربته على زملائه وهم علماء وعارفون «يلمون الماما جيدا فى الموضوع» ، وصنع بناء على نصيحتهم اداة خاصة لقياس الانحراف .

لقد كان ذلك اول جهاز تتحرك فيه الابرة المغنطيسية لا فى مسطح افقى ، كما فى البوصلات العادية ، بل فى مسطح عمودى . ولم يطرأ تغير يذكر على تركيبه فيما بعد .

لقد دلت القياسات الاولى التى اجريت عام ١٥٧٦ ان انحراف الابرة فى لندن يبلغ ٧١ درجة و٥٠ دقيقة . فهى ، فى وضع كهذا ، تتجه نحو الارض .

ومن دواعى الاسف ان نورمان لم يستطع استخلاص الاستنتاج الصحيح من اكتشافه . ولم يكن مقدرا له ان يحزر ان مركز جذب الابرة فى مكان ما فى عمق الارض .

«ان الاقدام على الاكتشافات العظيمة ، انطلاقا من اتفه البدايات ، هو قضية الادمغة العادية ، بل يقدر عليه عقل انسان

خارق فقط . . .» . وكان هذا «الانســـان الخارق» ، حسب اقوال غاليليو ، وليم هيلبرت (١٥٤٤-١٦٠٣) مواطن نورمان .

كان المؤلف الرئيسى لهيلبرت ، الذى امضى ١٨ عاما فى كتابته ، «بصدد المغنطيس والاجسام المغنطيسيـــة والمغنطيس الكبير - الارض» . لقد فهم القارئ ، على الارجح ، فيم يكمن فضل هيلبرت . لقد كان اول من اعرب عن «رأى جديد لم يسمع به من قبل عن الارض» ، اى انها مغنطيس شأن الاجسام المغنطيسية العادية الاخرى ايضا ، وانها تعتبر السبب الوحيد لتحركات ابرة البوصلة . وقد علل هذا الرأى بكثرة من التجارب و«ببراهين فطنة وحجج رياضية» .

فبم يتفسر كون هيلبرت تعاطى «فلسفة» المغنطيس ؟ ينبغى ان يؤخذ فى الحسبان ، بادئ الامر ، ان طبيعة المغنطيس الخارقة وميزات البوصلة كانت فى اواسط القرن الخامس عشر تجتذب اهتمام جميع الكتاب والعلماء البارزين تقريبا . فقد كان كل واحد يسعى جهده لاعطاء تفسير لها ، وكان كل واحد يعتبر من واجبه قول شيء ما عن المغنطيس . من ذلك مثلا ان كتب العقاقير فى ذلك الزمن كانت تنسب الى الحديد وخامات الحديد والمغنطيس ميزات علاجية خارقة . وكان يسود الاعتقاد ان الادوية المصنوعة كما يلزم من هذه المواد تعطفئ العطش ، وتساعد الذين يعانون من مرض الاستسقاء ، وتزيل اوجاع الرأس ، وتضمد الجروح والرضوض . بالاضافة الى ان البعض كانوا يزعمون ان «المغنطيس يثير تشوشا عقليا ، ويجعل الناس فريسة للسويداء ، ويقتلهم على الغالب» !

وانه لامر مفهوم الآن لماذا باتت دراسة المغنطيس بالنسبـــة لهيلبرت ، هذا الشخص ذو القدرة العلمية الواسعة والعقل الاصيل والذى كان الطب اختصاصه الرئيسى ، قضية حياته كلها .

لقد كان وليم ، المرح والظريف ، يتصادق بسهولة مع الناس ، ويتخالط مع الكثيرين من شخصيات عصره البارزين . وكان يحلو لاصدقائه تمضية الوقت عنده ومراقبة التجارب الرائعة التى كان يجريها بواسطة المغنطيس والبوصلات . وبين الضيوف غالبا ما كان يتواجد هنا قباطنة مشهورون ، بينهم فرنسيس درايك الشهير الذى اصبح بطلا وطنيا لانجلترا بعد عودته عام ١٥٨٠ من رحلة بحرية حول الارض . وحصل هيلبرت منهم على الكثير من المعلومات الثمينة

عن سلوك البوصلة : عن ميل الابرة فى مختلف اجزاء الدنيا ، عن تغيره من مكان الى مكـــان ، عن ان الابرة فى النصفين الشمالى والجنوبى على السواء من الكرة الارضية تتجه بصورة مماثلة نحـــو الشمال . وكان يتحقق من تجارب نورمان ويجرى تجارب بمغنطيس كروى ، ويحلل : ان الارض والمغنطيس الكروى ، على السواء ، متماثلان هندسيا ، ولكليهما قطبان مغنطيسيان وخط استواء ، وتوجه الابرة المغنطيسية حول المغنطيس الكروى هو نفسه ، على ما يبدو ، حول الارض ايضـــا . وذات مرة اكتشف حدوث انحنـــاء للابرة المغنطيسية نحو الكرة ، تماما كذلك الذى اكتشفه نورمان بصورة واضحة كليا على الارض . لقد وجدها ! ولمعت فى خاطره فكرة : «ان هذه التجربة لوحدها تدل بشكل مدهش (وكأنها اصبـــع) على الطبيعة المغنطيسية المجيدة للارض الملازمة لكل اجزائها الباطنية . وبالتالى فان القدرة المغنطيسية توجد فى الارض كما فى المغنطيس الكروى ايضا» .

لقد كانت تلزم جرأة فكرية هائلة من اجل التوصل الى استنتاج غير متوقع كهذا . وكان ينبغى التحلى برجولة خارقة بغية التصميم على الاعلان عن «الفلسفة الجديدة والمدهشة» للارض ، مع ما يترتب على ذلك من مجازفة فى اثارة غضب الكنيسة .

ان التصور الجديد عن الارض كمغنطيس كبير قد بات اساس علم مغنطيسية الارض ! ولو ان هيلبرت لم يفعل شيئا آخر سوى هذا الاكتشاف لكانت كلمات الشاعر بقيت صحيحة وصادقة :

«هيلبرت سيبقى حيا
ما دام المغنطيس يجتذب» .

ولكنه فعل اكثر من ذلـــك بكثير . فقد اجرى ، بوصفه اعلم دكتور فى الطب ودون ان يضن بنفقات كبيرة من امواله الخاصة ، وبأعظم الجهد والمواظبة طوال عشرين عامـــا تقريبا ، كثرة مـــن التجارب الدقيقة ساعيا لكى يفهم بصورة اعمق «الاسباب الخفية» للمغنطيس ، فتوصل الى جملة من الافكار والاقتراحات الهامة . وقد تحدث الاكاديمى كريلوف على اهمية كتاب هيلبرت بقوله : «خلال مائتى عام تقريبا لم تجر اضافة اى شىء هام الى هذه النظرية لم يكن

موجودا فى كتاب هيلبرت او لم يشكل تكرارا او تطويرا لما فعله» !

اكيد ان هيلبرت لم يكن على حق فى كل شىء . فهو ، اذ سار فى طريق غير مطروقة مكتشفا الجديد ، لم يندر ان وقع هو ايضا فى خطأ . وذلك كما حدث فى القصة التالية .

فقد اكتشف هيلبرت ، وهو يملك عددا كبيرا من المعاينات ، ان تغيرات الميل لا تخضع «لنظام او تناسق» ، لذا يخطىء جميع الذين يستخدمون القوانين البسيطة ويبنون على ذلك نظريات «ايجاد الموانىء» . ان هيلبرت موافق ، بالطبع ، على ان باستطاعة البحار ان يجد مكانه على اساس تقارب او تطابق الميل المعاين والميل المرسوم على الخريطة بالنسبة لمكان معين ما . وهو يعلم ان البرتغاليين حصلوا بهذه الطريقة بالذات اثناء رحلتهم الى الهند على ادق المعلومات بالنسبة لاقترابهم من رأس الرجاء الصالح ، وان الكثيرين من القباطنة الانجليز المجربين ، لدى ابحارهم من خليج المكسيك الى جزر آزور ، علموا انهم اقتربوا كثيرا من هذه الاخيرة رغم انه ينتج من خرائطهم البحرية انهم يوجدون على مسافة ٦٠٠ ميل انجليزى من هذه الجزر . ولكن ، يقول هيلبرت محذرا لا يمكن لهذه الطريقة ان تجلب فائدة الا فى حالة ما اذا كانت ، اولا ، تملك معلومات اضافية عن خط عرض المكان ، وثانيا ، تتحلى اجهزة القياس بدقة عالية . واخيرا ، يقوم هيلبرت ، شأن كولومبس فى زمن ما ، باكتشاف عبقرى جديد . فقد رأى ان الابرة المغنطيسية تستطيع ان تعطى توجيهات واضحة بالنسبة لخط عرض المكان ايضا ! وهذه الامكانية تكمن فى التبعية الشديدة ، حسب رأى هيلبرت ، بين خط العرض وزاوية انحراف الابرة المغنطيسية بالنسبة للافق ، ذلك الانحراف الذى اكتشفه نورمان منذ وقت غير بعيد . وحلّ باسلوب هيلبرت المصير نفسه الذى حل باسلوب كولومبس : ان استعماله فى الممارسة فى ذلك الزمن كان امرا مستحيلا . فلم يكن قد تمت بصورة كافية دراسة مجال الارض المغنطيسى ، بينما تبدت الصلة بين اتجاه الابرة المغنطيسية وموضع المراقب غير بسيطة ابدا . الا ان الامكانيات المغرية ، التى كانت تنطوى عليها هذه الصلة ، دفعت العلماء للعودة غير مرة فيما بعد الى الافكار الجديدة .

بيد ان التطبيق التام لطرائق الملاحة حسب مغنطيسية الارض

لم يصبح امرا ممكنا الا فى ايامنا هذه بفضـــل ظهور اجهزة قياس مغنطيسية عالية الدقة ، والاستعمال الواسع للالآت الحاسبـــة ، والمعالجة العميقة لنظرية مجال الارض المغنطيسى .

. . . تمثال متواضع اقامه اشقاء هيلبرت له . غير ان هيلبرت خلّف وراءه ذكرى حقيقية . انها تعاليمه واكتشافاته ، وهى وحدة القوة المحركة المغنطيسية «هيلبرت» التى دعاها الاخلاف باسمـــه تكريما له على خدماته ، وهى افكاره التى طبقت فى الحياة .

وقد كال غاليليه اعظم المديح لهيلبرت ، وتنبأ بقوله «. . . لا اشك فى انه ، مع مرور الزمن ، سوف يجرى تحسين هذه النظرية الجديدة عن طريق عمليات مراقبة جديدة وخاصة عن طريق براهين صحيحة وضرورية» .

لم ينبذ احد من العلماء الرصينين «النظرية الجديدة» لهيلبرت من حيث الجوهر ، وكان يجرى فيما بعد تطوير محتواها ليس الا .

فى عام ١٦٣٤ اكتشف هنرى هيليبراند ، وهو يراقب الميل فى لندن ، انه يساوى ٤ درجات و٥ دقائق الى الشرق . ان شيئا ما يختفى وراء ذلك ، فكر هذا البروفسور في الرياضيات . والحال ان هذا الميل عند نورمان كان يبدو ، الى ٦٠ سنة خلت ، اكبر من ذلك بكثير . بل وهيلبرت نفسه يؤكد ان الميل فى لندن كان ، على ايامه ، يساوى ١١ درجة وثلث الدرجة . فهل ان كليهما اخطآ بهذا القدر الجسيم ؟ وهل يعنى ذلك ان هيلبرت ليس على حق اذ كان يعتبر مجال الارض المغنطيسى ثابتا الى الابد اذا لم تحدث جائحة ما شبيهة بهلاك اتلانتيدا الخرافى ؟ ويستخلص هيليبراند الاستنتاج التالى : ان مجال الارض المغنطيسى غير ثابت ، وهـــو يتعرض لتغيرات ملحوظة مع مرور الزمن . ووصف اكتشاف التغيرات البطيئـــة او القرونية للميل فى كتابه «مبحث رياضى عن تغير الابرة المغنطيسية» الذى صدر فى لندن عام ١٦٣٥ .

عند نهاية القرن السابع عشر بات واضحـــا ان المغنطيس العظيم الارض ليس مجرد كرة من مادة مغنطيسية متجانسة صلبة ، كما كان يعتقـــد هيلبرت ، بل شىء اكثر تعقيدا . ولكن ما هو ؟ على هذا السؤال اجاب هالى عام ١٦٨٧ : «ان الارض تخفى مغنطيسين كبيرين اثنين – واحد قوى وغير متحرك ، والثانى ضعيف ومتحرك» .

والدوران البطىء لهذا الاخير ، حسب تفكير هالى ، هو الذى يثير التغير المنتظم للميل .

لقد كانت فرضيته هذه ، بالطبع ، تبدو ضعيفة الاحتمال . فقد كان من الصعب على المرء ان يصدق انه داخل الارض «ينتقل الحديد من مكان الى آخر ، او يولد حديد جديد» . وهذا بالذات ما كان يمكن ان يكون سببا لتغير الميل طوال قرون . وكان هالى يدرك نقص اقتراحه ولكنه لم يكن يرى مخرجا .

ولم يوافق ايلر مع هالى اطلاقا ، مفترضا انه يوجد داخل الكرة الارضية مغنطيس واحد منحرف عن وسط الارض ، علما بان كمية المادة المغنطيسية فى باطن الارض تتعرض لتغيرات كبيرة ، وبسبب ذلك بلا شك يتغير الميل ايضا مع مرور الزمن . وكان يتمسك بالرأى نفسه اكاديمى آخر ايضا من بطرسبورغ هو فرانس اولريخ تيودور ابينوس : «. . . ان النواة نفسها (النواة المغنطيسية للارض - **المؤلف**) تعتريها تغيرات بطيئة سواء من حيث الشكل ام من حيث توزع المادة المغنطيسية فيها» .

ومعاصر ايلر وابينوس العالم الفلكى الالمانى توبياس ماير يحوّل مغنطيس الارض العظيم الى . . . مغنطيس متناهى الصغر !

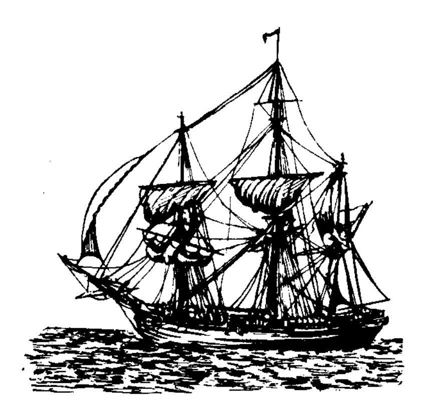
وفى بداية القرن التاسع عشر طرح الفيزيائى الفرنسى المعروف بيّو فرضية جديدة : فى مركز الارض يوجد مغنطيس ذو قطبين ، اى مغنطيس بسيط لا يتطابق محوره مع محور الارض . ولم توقف بيّو الفروقات الحاصلة لدى ذلك بين زوايا الميل التجريبية والحسابية فى اجزاء فسيحة على سطح الارض . وبغية تلطيف هذه الفروقات بطريقة ما يضطر بيّو للتسليم بوجود . . . مغنطيس ثان ! واحتاج العلماء لمائة عام لكى يعودوا الى فكرة هالى الاولية عن وجود مغنطيسين ، ولكن على مستوى من المعارف جديد ، اكثر علوا ، هذه المرة . ولم يرض بيّو اطلاقا الافتراض بوجود مغنطيسين متناهيى الصغر . وبغية تصحيحه كان ينبغى . . . اضافة مغنطيس آخر ايضا . وعند ذلك طرح بيّو ، وكان ذلك عام ١٨١٦ ، السؤال الملح : ولكن ، افلا يولّد مغنطيسية الارض الفعل الاجمالى لجميع الجزيئات المغنطيسية المنتشرة فى الارض ؟

وهو لم يكن يدرى على ما يبدو انه ، الى ٥٧ سنة خلت ، طرح

7*

العالم الروسى الكبير لومونوسوف فرضية عبقرية مماثلة فـــى «استدلالات حول الدقة المتناهية للطريق البحرى» . فى هذا الكتاب تقدم لومونوسوف بجملة من الافكار الطريفة بشأن وضع نظريـة مغنطيسية الارض . ويقول الاكاديمى ريكاتشوف ان لومونوسوف رسم على نحو ما مجمل سير تطور فرع العلم هذا ولو فى خطوطـه العريضة .

ولكن سوف يمر وقت آخر غير قليل وتُبذل جهود فائقة مـن جانب الفيزيائيين العظام والرياضيين العباقرة قبل ان توضـــع النظرية الحقيقية لمغنطيسية الارض وتحل مسألة «الارض مغنطيس عظيم» !



الفصل العاشر

«الاتحاد المغنطيسى» للعلماء

برلين ، ١٨ حزيران (يونيو) ١٨٣٩ . . . شيخ قصير القامة ، نحيف الجسم ، محدودب قليلا ، ولكنه يبدو اصغر سنا من اعوامه السبعين ، يذرع الغرفة ذهابا وايابا باعصاب متوترة . ومن حين لآخر تلتفت عيناه المتوقدتان الى العدد الاخير من المجلة السنوية «نتائج معاينات الاتحاد المغنطيسى ، عام ١٨٣٨» الموجودة على الطاولة . كان قلبه يعتمر بالاعجاب والغبطة والابتهاج . فان ما دافع عنه طوال كل حياته العلمية المديدة ، وما كافحت فى سبيله خيرة ادمغة مختلف البلدان ، قد ظهر اخيرا بكل روعته ! وظهر بفضل عبقرية صديقه ومشاركه فى الرأى من غيتينغين العالم الرياضى كارل فريدريك غاوس . انه المقالة المسهبة «النظرية العامة لمغنطيسية الارض» ، المنشورة فى صدر المجلة ، وهى اساسية وكاملة شأن كل ما فعله غاوس . ولربما تستطيع هذه النظرية ، فكّر العالم ، ان تغدو ذلك الحد بالذات الذى سيقسمون به تاريخ علم مغنطيسية الارض فيما بعد الى عهدين : «ما قبل غاوس» و«ما بعد غاوس» .

وجلس صاحب الغرفة ، البارون الكسندر غومبولدت الى الطاولة . واخذت تلمع فى ذاكرته ، الواحد بعد الآخر ، احداث تاريخ يزيد عن ٤٠ عاما كان فيه احد ابطاله الرئيسيين . . .

7—1707

ما الذى كان معروفا للعلم عن سلوك الابرة المغنطيسية في اواخر القرن الثامن عشر عندما شرع يهتم بشكل جدى ، وهو شاب ، بهذه المسألة ؟ قبل كل شيء تغير الميل من قرن الى قرن وانتظام هذا التغير . وفيما بعد بات واضحا ان ابرة البوصلة تتحرك بلا انقطاع فى بحر اليوم ايضا . وقد اكتشف التغيرات اليومية للميل عام ١٧٢٢ الميكانيكى الانجليزى الشهير وصانع الساعات غيورغ غريهام ، الذى كان يجرى اكثر من مائة قياس لاتجاه الابرة خلال اليوم الواحد . وفى وقت لاحق تم اكتشاف وجود تغير الانحراف ايضا . وكان يمكن الافتراض ان جميع عناصر مغنطيسية الارض — الميل وانحراف الابرة والقوة ، او كما يقال الآن شدة توتر ، جهد المجال — تتغير جميعا وفق قوانين معينة . وكانت امرا مفهوما رغبة الباحثين فى البحث عن هذه القوانين على امل ان تبين الاسباب الحقيقية لتغيرات مغنطيسية الارض ، وفى آخر المطاف ، تكشف سر مصدر «المغنطيس العظيم» . ومن دواعى الاسف ان العلماء لم يكونوا آنذاك يملكون بعد مواد عملية كافية من اجل ذلك .

واذ كان غومبولدت يدرك جيدا الاهمية الفائقة لاستقصاء القوة المغنطيسية الارضية — وهى عنصر غير مدروس عمليا من عناصر مغنطيسية الارض — فقد جعل من هذه الابحاث مهمته الاساسية عندما توجه عام ١٧٩٩ فى رحلة الى البلدان الاستوائية من اميركا الوسطى ، حيث اجرى عمليات مراقبة طوال خمس سنوات دون انقطاع . وكان اول من برهن ، استنادا الى ذلك ، على تنامى القوة المغنطيسية انطلاقا من خط الاستواء المغنطيسي ، حيث تكون الابرة موازية لخط الافق ، باتجاه القطبين المغنطيسيين !

وفى وقت لاحق عرض القبطان دوبيرى ، الذى اشتهر هو نفسه بدراساته لمغنطيسية الارض ، عرض ذات مرة على غومبولدت نسخة من رسالة هامة للغاية بعث بها لامانون ، مرافق لابيروز فى رحلاته ، الى سكرتير اكاديمية العلوم الباريسية . يقول لامانون فى رسالته ان «قوة جذب المغنطيس اقل فى الاماكن الاستوائية مما فى الاماكن القريبة من القطبين ، وان القوة المغنطيسية ، التى يحددها عدد تقلبات ابرة البوصلة ، تتغير وتتزايد بتغير خطوط العرض» . ينتج عن ذلك ان لامانون سبق غومبولدت مقدار ١٥

سنة ، رغم ان القانون المكتشف بقى طوال هذا الوقت مهملا ومنسيا فى جوهر الامر . ومع ذلك فان الشعور بالارتياح الحقيقى لم يفارق غومبولدت . فليكن لامانون رائدا ، ولكنه هو فقط ادرك السنّة الجديدة ، علما بان الواقع الجديد لم يمارس اى تأثير على العلم . اما الاكتشاف الحقيقى فهو يعود له ، وكل الاوساط العلمية تعترف له بذلك . والحال انه هو بالذات كان اول من اثبت القانون اثباتا دقيقا بواسطة نتائج معاينات وافرة ، وبفضله هو دخل القانون ميدان العلم ووسع المعارف عن مغنطيسية الارض .

ويتذكر غومبولدت اى اهتمام شديد ابداه اصدقاؤه ديلامبير ولابلاس واراغو وبيّو وغى-لوساك بالابرة المغنطيسية بعد اطلاعهم على اكتشافاته الجديدة . وغالبا ما كان يزوره فى بيته العالم الكيميائى كلابروت والفيزيائى والرحالة ارمان والعالم الفلكى اولتمانس . وكانوا جميعا يصابون بعدوى اهتمام غومبولدت بالقضايا المغنطيسية التى قد جلبت كثيرا من الفوائد للبشرية وتعد بفوائد اكبر ايضا . وهكذا يحدث : فحيثما كان يحل غومبولدت كان يترك فى كل مكان اثرا «مغنطيسيا» . وسيأتى زمن ويكتب فيه ابن كلابروت ايضا هنريخ يوليوس كلابروت مؤلفا خاصا به عن التاريخ المبكر للابرة المغنطيسية «رسالة الى البارون غومبولدت عن اختراع البوصلة» . وسوف يعود اليها العلماء ايضا بعد مرور قرن ونصف القرن (ولكنه ، اى غومبولدت ، لن يقدّر له معرفة ذلك) . وسوف يحظى ادولف ارمان بامتنان زملائه على الخريطة الدقيقة للميل المغنطيسى ، القائمة على معايناته اثناء رحلته حول العالم فى اعوام ١٨٢٨ – ١٨٣٠ . وسوف يقدم اولتمانس مساعدة لغومبولدت فى عامى ١٨٠٦ – ١٨٠٧ فى قياس تغيرات كل ساعة للميل . ولن ينسى غومبولدت كيف كان هو وصديقه ومعاونه ، يراقبان باستمرار تقريبا ، وعيونهما محمرة من النعاس ، حركة الابرة طوال ٥ ، ٦ ، واحيانا ٩ ايام متواصلة ، ولا سيما فى فترات الاعتدال عندما كان يلاحظ غالبا سلوك غريب للابرة . فقد كانت تبدأ بـ«الاضطراب» فجأة : فتارة تندفع من جهة الى اخرى ، وتارة تجمد ، وتارة تعود الى الاضطراب من جديد . . . وكأنها على «موجة مغنطيسية» فى طقس عاصف . واطلق غومبولدت على الاضطرابات

المكتشفة تسمية العواصف المغنطيسية . فهو يدرك ان العواصف المغنطيسية لا تغرق سفنا ولا تسبب تدميرات * ، الا انـه كان يشعر فى الوقت نفسه ان فض لغز هذه الاضطرابات يبشر بتقديم اشياء كثيرة للعلم .

وسرعان ما يغادر برلين ليعيش ٢٠ سنة كاملة فى باريس ، بعيدا عن الوطن ولكن وسط اصدقاء عديدين تربطهم جامعة المصالح العلمية . وما ان استقر به المقام فى باريس حتى انبثقت خطـة رحلة جديدة ، الى آسيا الوسطى هذه المرة . فقد كان العديد من مناطقها ما تزال بالنسبة للاوروبيين «بقعا سوداء» من كافـة النواحى ، بما فى ذلك فى الخرائط المغنطيسية . وكان اراغو ، المتعطش للمغامرات ، على استعداد للتخلى عن مكانه فى المدرسة البوليتكنيكية والانضمام الى غومبولدت ومن المؤسف ان الاحداث السياسية فى اوروبا احبطت هذه الرحلة . ولكن لم يكن ثمة من وقت للتكدر . فكان ينتظر المعالجة عدد هائل من المواد التى جمعها فى اميركا بغية اكمال المؤلف الذى نوى وضعه فى ٣٠ جزءا ، وتنتظره ابحاث مشتركة طريفة حول المغنطيسية مع اراغو وبيّو . . .

كان ذلك الزمن زمنا عاصفا . فقد جهزت حكومات فرنسـا وانجلترا وروسيا عشرات البعثات . فجابت البحار ، وتوغلت بعيدا الى الشمال ، الى القطب المغنطيسى ذاته تقريبا وفى القطب الجنوبى المجهول ، وعادت بمعطيات ثمينة جديدة عن مغنطيسية الارض .

يبدو ان المدلـول الاقصى للقـوة لا يعود بالضرورة لخط الاستواء المغنطيسى ، والمدلول الادنى للقطبين . زد على ذلك انه توجد فى النصف الشمالى من الكرة الارضية ، كما يخيل ، نقطتان خاصتان تملكان اعلى قدر من كثافة المغنطيسية . ولربما يوجد على الارض ، فى واقع الامر ، عدة اقطاب مغنطيسية ؟ . . واعطـى الاكتشاف العظيم لارستيد عام ١٨٢٠ عن الصلة بين الكهربـاء والمغنطيس ، اعطى من جديد دفعة للاهتمام العام بالتغيـرات

---

* فى القرن العشرين فقط اتضح ان العواصف المغنطيسية ليست ظاهرة خالية من الاذى : فهى تشوش الاتصال اللاسلكى ، وتكـون احيانا سببا فى تعطيل نظام الاشارات واسلاك نقل التيار الكهربائى ، وحتى فـى اندلاع حرائق ، وهى تمارس تأثيرا سلبيا على حالة المرضى . .

والاضطرابات المغنطيسية . واجتهد بشكل خاص فى ذلك اراغو الذى تسنى له فى مرصد باريس ان يحصل على اطول مجموعة متواصلة من المعاينات خلال كل ساعة . غير ان الاضطرابات المغنطيسية بقى ، شأنه سابقا ، دون حل . بقى كذلك ريثما اقبل الروس على العمل بجدية .

فى عام ١٨٢٤ ظهر فى باريس عالمان شابان ، كانا قد اصبحا معروفين ، وهما استاذان من قازان البعيدة : العالم الفلكى سيمونوف والعالم الفيزيائى كوبفير . وتصادق الرحالة الحقيقى غومبولدت فى الحال مع العالم الفلكى الذى عاد مؤخرا من رحلة بيلينسغاوزن الروسية فى البحر المتجمد الجنوبى التى تكللت باكتشاف القطب المتجمد الجنوبى ، هذا الشخص الذى اصبح اسمه يوضع على الخرائط الجغرافية . والمؤلف الرياضى الذى قدمه سيمونوف الى اكاديمية العلوم الباريسية جلب لعبقريته اعظم الشرف . وليس ذلك رأى غومبولدت وحده . فقد انضم اليه فى ذلك اراغو وفورييه واكاديميون آخرون . وقد حصل سيمونوف وهو فى الثانية والعشرين من العمر على لقب بروفسور لقاء مؤهلاته الخارقة . والبروفسور القازانى الآخر ايضا لفت انتباه العلماء الاوروبيين بوصفه باحثا موهوبا يشق طرقا جديدة بجرأة فى العلوم الطبيعية . وقد انشآ فى جامعة قازان جناحا مغنطيسيا وارسلا الى اوروبا لاجل شراء اجهزة فلكية ومغنطيسية . وعما قريب سيكون بالامكان مراقبة الاضطرابات المغنطيسية فى اماكن مختلفة فى آن واحد ، واستيضاح طبيعتها فى النهاية : اثبات ما اذا كانت اسبابها محلية او شاملة . . .

. . . مر ١٥ عاما على ذلك . واحتضنت الاسرة المتآخية للعلماء الباريسيين العالمين الروسيين بالاجماع .

. . . العام التالى ، عام ١٨٢٥ ، جلب النبأ الذى طال انتظاره . فقد اثبت كوبفير وسيمونوف ، وهما يراقبان تغيرات الميل المغنطيسى فى قازان ، انها متزامنة مع التغيرات التى لاحظها اراغو فى باريس . لقد تحقق الحس الداخلى . . . فالعواصف المغنطيسية تنشأ فى آن واحد فى نقاط تبتعد الواحدة منها عن الاخرى مسافة ٤٦ درجة من خط الطول ! فهل يعنى ذلك ان مصدرها مشترك وان

اسباب الاضطرابات المغنطيسية قد تكون اسبابا كونية ؟

. . . سبق لهالى ان تجرأ وافترض ان الشفق القطبى هو ظاهرة مغنطيسية . ومع مرور الزمن ازداد الاقتناع بانه كذلك . والحال ان «معابث» البوصلة ، وخاصة فى خطوط العرض العليا ، كانت تلاحظ بالذات ابان ظهور الشفق . واستخلص سيمونوف استنتاجا اكثر جرأة فى سنوات رحلته حول الارض : ان لسبب هذه الظواهر طابعا عالميا . وهاكم تصريحه : «اظن انه لا يمكن ان يحدث تلالؤ الشفق القطبى الشمالى بدون تلالؤ مماثل للشفق القطبى الجنوبى ، والعكس بالعكس ، والا فلن يكون ثمة توازن فى فعل القوى الكهربائية فى طبيعة الكرة الارضية . قد يحدث ان احد هذين الشفقين اضعف من الآخر ، ولكن ينبغى لهما ان يظهرا دائما فى آن واحد» !

. . . الواقع الجديد الذى اكتشفه العالمان الروسيان ايقظ الرغبة فى تنظيم عمليات مراقبة منتظمة على تغيرات الميل المغنطيسى فى اماكن مختلفة من الكرة الارضية . وبعد عودته الى برلين عام ١٨٢٨ اقام غومبولدت مرصدا مغنطيسيا غير كبير فى بيته . وفى هذا العام استيقظ حلمه القديم عن القيام برحلة الى روسيا ، ومن ثم الى عمق آسيا . ووجهت الحكومة الروسية مجددا دعوة الى غومبولدت ، على ان تكون جميع نفقات الرحلة على عاتقها . وفى العام نفسه تقابل مع عالم الرياضيات الكبير كارل فريدريك غاوس من غيتينغين . واثار فيه اهتماما صادقا بظاهرة مغنطيسية الارض . . . وهو يرى الآن امامه على الطاولة ثمار هذا اللقاء . . . ولكن لن نخرج عن الموضوع . . . فماذا حدث بعد ذلك ؟

عام ١٨٢٩ . . . ذلك العام الشهير ايضا ، عام الرحلة الى روسيا ، العام الانعطافى ، اذا جاز القول ، فى تنظيم المعاينات المغنطيسية ، بداية السنوات العشر التى اثارت دهشة الاوساط العلمية .

فى روسيا استقبل غومبولدت استقبالا حماسيا . وتقابل مع علماء روس كثيرين ، وازدادت اواصر الصداقة بينه وبين كوبفير الذى قام بعمل نشيط فى توسيع المعاينات المغنطيسية فى روسيا . وقام غومبولدت برحلة الى عند صديقه المحترم سيمونوف فى

قازان . وبقيت حية فى ذاكـــرة غومبولدت عمليات المراقبـــة المشتركة ، والتعرف على عالم الرياضيات لوباتشيفسكى ، وحفاوة العلماء الروس . وكم كان كبيرا السرور الذى اثاره فى نفسه تأييد اكاديمية العلوم الروسية ، الذى اصبح هو عضو شرف فيها منذ عام ١٨١٨ ، لفكرته الرئيسية التى كان يبشر بها فى الآونة الاخيرة : فكرة الاهمية البالغة للمعاينات المغنطيسية والمتيورولوجية المنتظمة فى مساحات واسعة . ينبغى الاعتراف بان المعاينات المغنطيسية كان يجرى القيام بها منذ زمن بعيد فى روسيا بحمية شديـدة . فمنذ مائة عام اعرب الاكاديمى كرافت عن رأى مفاده ان مثل هذه المعاينات ينبغى تنظيمها فى الكرة الارضية بأسرها . ودعا العلماء الى المشاركة فى هذه «الامر العظيم» . لقد كان الروس يدركون جيدا ان «روسيا لوحدها تحتوى على نقاط هامة بالنسبة لنظريـة مغنطيسية الارض اكثر مما فى كل اوروبا الباقية» ، وان المساحة الرحبة لبلدهم هى ارض ميعاد بالنسبة لمغنطيسية الارض . ومبادرة انشاء نظام للمعاينات المغنطيسية تعود ، على الارجح ، للعلمـاء الروس ، اما غومبولدت فلم يكن سوى مفسر لرغباتهم الخاصة . اجل ، ان روسيا مدعوة لتنفيذ هذه القضية ليس فقط بسبب رحابة اراضيها ووضعها الجغرافى بل ايضا لخبرتها فى الخطط العظيمـة وفى تطبيقها على اسس واسعة .

بعد بضع سنوات من رحلة غومبولدت الى روسيا اخذت تجرى عمليات مراقبة منتظمة فى بطرسبورغ وموسكو ونيقولاييف وقازان ويكاتيرنبورغ (سفردلوفسك) وبارناؤول ونيرتشينسك وكوليفان وزلاتوست . لقد تغطت بشبكة من المراصد المغنطيسية مساحـة هائلة الاتساع تمتد من البحـــر الابيض حتى القرم ومن الخليج الفنلندى حتى سواحل المحيط الهادىء فى اميركا الشمالية — اى زهاء نصف الكرة الارضية !

وعلاوة على ذلك قرر الروس انشاء مرصد فيزيائى مركـزى ينبغى ان تتركز فيه وتعالج معاينات مغنطيسية الارض والارصاد الجوية لجميع محطات روسيا .

فى هذا الوقت بدأ غاوس جمع محصـــول وافر على «ارضية» مغنطيسية الارض . وفى عام ١٨٣١ يأتى اليه من غيتينغين المعاون

الجديد ولهلم ويبير من غاليه . كان غاوس ذا شهرة عالمية ، بينما لم يكن ويبير قد اكتسب شهرة بعد وغير معروف كثيرا ، غاوس عالم رياضيات وويبير عالم فيزياء ، عمر غاوس ٥٤ سنة ، وويبير اصغر منه مقدار النصف بالضبط . غير ان تعاونهما فى غضـون عدة سنوات تبدّى مثمرا للغاية . ويبدو ان غاوس تخلى نهائيا عن الرياضيات البحتة وانخرط كليا فى تعاطى مغنطيسية الارض . وكان ويبير ، بناء على تعليماته ، يجرى تجارب ، بينما تملّك غاوس نفسه سيل من الافكار ، وكان كل اسبوع تقريبا يجد شيئا جديدا ما .

تاريخ مشهود آخر – عام ١٨٣٤ . فى هذا العام وحّد غاوس ، بناء على اقتراح غومبولدت ، الفيزيائيين القاطنين آنذاك فى المانيا ، وخارج حدودها ايضـــا . واطلق على المنظمة اسم «الاتحـــاد المغنطيسى» . وكان هدفها اجراء عمليات مراقبة منتظمة للتغيرات والعواصف المغنطيسية ، التى تتسم معرفتها بأهمية عملية هائلة . وكتب غاوس : ها قد اخذت التغيرات تراقب فى اكثر مـن ٢٠ مدينة فى المانيا وروسيا وفرنسا وايطاليا وانجلترا . . . تراقب حسب خطة متفق عليها ٦ مرات فى السنة ، وكل مرة طوال ٢٤ ساعة متواصلة مع فاصل زمنى من ١٠ دقائق . وبدأت «محاصرة» حقيقية للاضطرابات المغنطيسية . وتم فى آن واحد اكتشاف ظهور عواصف فى جميع النقاط وانخفاض كثافتها باتجاه الجنوب ، كمـــا انها «تهيج» حتى فى تلك الاماكن التى لا يرى فيها الشفق القطبى . وعاين سيمونوف فترة من ٢٧ يوما مرتبطة بدوران الشمس حول محورها . . . ولكن غاوس ابدى الحذر : «لا تزال المعطيات قليلة جدا لاجل تقديم تكهنات حول اسباب التغيرات المغنطيسية . . .» وكانت لديه مسوغات : فالعلماء لم يكونوا عمليا يملكون معطيات بالنسبة لنصف الكرة الجنوبى .

عند ذلك وجه غومبولدت فى نيسان (ابريل) ١٨٣٦ الى رئيس الجمعية الملكية فى لندن الدوق سوسيكسكس رسالة مستفيضـة «بشأن الوسائل الملائمة لاتقان دراسة مغنطيسية الارض عن طريق انشاء محطات مغنطيسية ومعاينات متفق عليها» . وذكّر البارون غومبولدت الدوق بتاريخ المسألة ، وتحدث عن المثال العظيم فـى

تنظيم عمليات المراقبة الذى اعطته روسيا لسائر اوروبا ، وانبأه عن الاعمال الجارية فى المانيا وفرنسا ، والمح له بانه لا يليـق بدولة كبرى كانجلترا ان تبقى فى معزل عن مثل هذه الحركـة الهامة . واصر على ان تهتم انجلترا بانشاء مراصد مغنطيسية ثابتة فى كندا وجزيـرة القديسة هيلانة وسيلان ورأس الرجـاء الصالح ! . . . وقد سرّه ان الانجليز سمعوا نداءه ، واخـذوا يعدون العدة لرحلة مغنطيسية بحرية بقيادة العالم القطبى اللامع جايمس كلارك روس . . .

واذ ولع كارل فريدريك غاوس بمغنطيسية الارض ، وهـو العالم الشهير فى الرياضيات والفلك ، ادرك فى الحال انه يوجد فى هذه النظرية كثير من الغموض وكثير من التناقضات لدرجة انه ينبغى بناؤها من جديد . ونتائج المعاينات ، والفرضيات لاجـل تفسير الظواهر المشوشة لم تكن حتى ذلك الحين تخضع لاساس موحد عام . وكان ذلك كله يشبه فقط كومـة من اللبنات ومواد الانشاء ، بينما لا وجود للبناية بعد . كما لا وجود لخطة انشائها . ولكن غاوس العبقرى يجد هذه الخطة بسهولة .

فهو يحلل كعالم فلكى : ان العالم الفلكى يراقب عدة اوضاع للنجم فى قبة السماء ، ومن ثم يحسب ، طبقا للمعاينات واستنادا الى قانون الجاذبية (ذلك هو جوهر الحركة كلها !) ، المـدار الحقيقى لهذا النجم . وعليه ، فهو يحصل عـلى امكانية التنبؤ بثقة بالطريق التالية للنجم بعد ان يختفى عن الانظار . وبالطريقـة نفسها ، يعتقد غاوس ، ينبغى على عالم الفيزياء ان يضع امام عينيه المهمة ، ويستقصى القوى الرئيسية التى تثير مغنطيسية الارض ، وان يخضع المعاينات لهذه الاسباب بغية التنبؤ بالظواهر التـى تحدث فى الاماكن التى لم تطأها قدم الانسان بعد .

وكان غاوس على ثقة بان جميع الظواهر المعنطيسية على سطح الارض يمكن جمعها فى صيغة واحدة ! وهو لـم يعمد الى المساس بالطبيعة الفيزيائية لمغنطيسية الارض ، ولم يعمد ، كما فعل الجميع من قبله ، الى تخيل كمية ونوعية المغنطيسات المختفية فى الارض . وجلّ ما افترضه هو : يوجد داخل الكرة الارضية مصدر ما للمجال المغنطيسى . وفى خاتمة المطاف تسنى لغاوس الحصول على صيغة

ما يسمى القدرة المغنطيسيـــة ذلك «الاساس الموحد العام» الذى «يولـّد» المجال .

لقد انطوت صيغة غاوس العظيمة على جميع «اسرار» الظواهـر المغنطيسية للارض ، وهى تشكل فى خطوطهـــا العامة متسلسلة لامتناهية . فاذا عرفنا معاملات هذه المتسلسلة نستطيع ان نحسب المركـّبة الشمالية والشرقية والعمودية لمجال الارض المغنطيسى وميله وانحرافه ، اى باختصار جميع عناصر مغنطيسية الارض فى اية نقطة كانت على سطح الارض ، بل وفى اى علو كان عن سطح الارض ! وبمقدار ما تكون حدود المتسلسلة اكبر وعدد معاملاتها معروفة اكثر بمقدار ما ترسم مغنطيسية الارض بصورة اكثر دقة بكل ما فيها من شذوذات وخصائص . اما معاملات المتسلسلة فتحدّد بنتائج معاينات مجال الارض المغنطيسى فى عدد معين من النقاط موزعة توزيعا متساويا ما امكن على الارض . وغاوس نفسه وجد ٢٤ معاملا وبيـّن ان المجال المراقب والمجـــال المحسوب وفق صيغه يتطابقان عمليـــا . وهذا ما حدا بويبير الى الاعلان : «اذن ، ان مغنطيسية الارض تحدّد كليا فى الوقت الحاضر حسب عناصرها ، اى بالضبط حسب . . . الـ٢٤ عددا المذكورة (تمامـــا كما تحدد مسارات الكواكب والمذنبات حسب عناصرها)» .

هكذا نشأت النظرية العلمية لمغنطيسية الارض . ولكنها رأت النور فى روسيا ! ففى عام ١٨٣٥ ، اى قبل اربعة اعوام من ظهور مقالة غاوس ، نشر سيمونوف مقالتـــه «خبرة النظرية الرياضيـــة لمغنطيسية الارض» فى «المدونات العلميـــة» لجامعة قازان . وقد حظيت هذه المقالـــة على تقدير رفيـــع من جانب العلماء الروس والاجانب ، وسرعان ما ترجمت الى العديد من اللغات الاوروبية . وقد بيـّن فيها البروفسور سيمونوف ، اولا ، ان مجـــال الارض المغنطيسى الممغنط بصورة متجانسة يطابق مجال المغنطيس الثنائى القطب ، واستخلص ، ثانيا ، صيغة القدرة المغنطيسيـــة للكرة الممغنطة بصورة متجانسة . وقد تبين فيما بعد ان ذلك هو بالذات الحد الاول والاهم فى حدود متسلسلة غاوس !

وراح يتواصل الهجوم على الغاز مغنطيسية الارض وتتسع وتتقوى اسرة العلماء المغنطيسيين .

وفى عام ١٨٤٢ قام سيمونوف برحلته الثانية الى اوروبا الغربية . وفى انجلترا احتفوا به فى الجمعية الملكية ، وزار المراصد ، وتعرف على جون روس الشهير ، واقام روابط صداقة وثيقة مع ادوارد سابين نائب رئيس الجمعية الملكية والامين الاول للجمعية البريطانية لمناصرة العلم . وفى فرنسا كان الكثيرون من اصدقاء وزملاء سيمونوف قد فارقوا الحياة . وواصل طريقه الى المانيا حيث التقى صديقه القديم الاكاديمى كوبفير فى مؤتمر علماء الطبيعة والاطباء الالمان فى ماينتس . ثم عرج على غيتينغين حيث زار غاوس وامضى هناك ثلاثة ايام كان خلالها يتحادث يوميا معه . وعند غاوس تقابل سيمونوف مع ويبير .

فى هذه الايام الثلاثة القصيرة تحدثا بالطبع عن اشياء كثيرة ، وكانا يفهمان بعضهما البعض فهما رائعا : وقد بدأ غاوس وهو فى عقده السابع من العمر يتعلم اللغة الروسية رغبة منه فى قراءة المؤلفات الروسية فى نصها الاصلى . وكتب كوبفير : «كان النابغة يتنبأ بالمستقبل !» . وكان يحسن اللغة الروسية لدرجة انه استطاع بكل طلاقة ان يقرأ لوحده المطبوعات العلمية والروايات .

بعام ١٨٤٢ ، عام لقاء العالمين ، انتهت فترة دراسات غاوس النشيطة لمغنطيسية الارض . (ان جميع مؤلفاته العشرين فى هذه المادة وضعها فى الفترة من عام ١٨٣١ الى عام ١٨٤٢) . ويمكن قول الشىء نفسه عن سيمونوف . وفى عام ١٨٤٦ تم انتخابه عميدا لجامعة قازان وبقى فى هذا المنصب حتى وفاته .

توفى ايفان ميخايلوفيتش سيمونوف ، الوطنى المتوقد والممثل البارز للعلم الروسى وعضو العديد من الاكاديميات والجمعيات العلمية ، فى ٢٢ كانون الثانى (يناير) ١٨٥٥ . وفى ٢٢ شباط (فبراير) ، اى بعد شهر بالضبط ، فارق الحياة كارل فريدريك غاوس .

ومنذ بضع سنوات كان قد فارق الحياة غي-لوساك واراغو . . . وبدأ ينطفىء «الاتحاد المغنطيسى» للعلماء الذين كان يوحدهم الحب المخلص النزيه للعلوم والصداقة الخالصة – مصدر الالهام الابداعى والاكتشافات العظيمة . وفى عام ١٨٥٩ توفى غومبولدت ايضا عن ٩٠ عاما . غير ان القضية التى وهبها هو واصدقاؤه هذا القدر من

الجهود والقـــوى استمرت فى التطور . وتسنى للآخيرين من جيل العلماء المغنطيسيين للعشرينات – الاربعينات العاصفة – ويبير ، كوبفير ، سابين – ان يروا ثمار اعمالهم . وفى عام ١٨٨٢/١٨٨٣ تم تنظيم اول عام قطبى عالمى قامت خلاله بعثات قطبية عالميـــة ومراصد مغنطيسية بعمليات مراقبة مغنطيسية الارض . ومما لـه دلالته ان برنامج المراقبات تم اقراره فى روسيا فى المؤتمر الذى عقد فى بطرسبورغ فى شهر آب (اغسطس) ١٨٨١ .

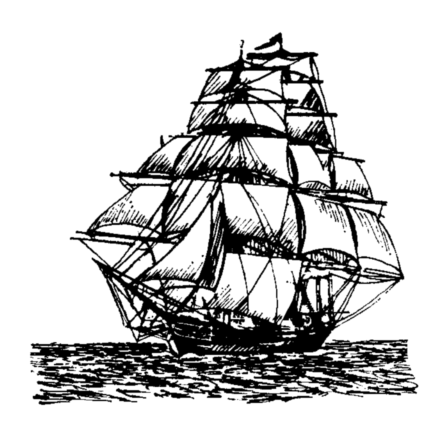
لقد دشنت اعمال سيمونوف وغاوس المرحلة المعاصرة لتطور علم مغنطيسية الارض .

رغم ان نظريـة غاوس شكلية بحت ، نظرية رياضية ليس بمقدورها اعطاء جواب عن السؤال المتعلق بنشوء مغنطيسيـــة الارض * ، فانه من الصعب المبالغة فى تقديرها مع ذلك . والحال ان باستطاعتها ان تقدم صورة عن المجال المغنطيسى الدائم للارض متناهية فى الدقة ، فوق انها صورة صحيحة وصادقة . وهى قادرة على تصحيح الخرائط المغنطيسية فى تلك المناطق التى جرى فيها رسم خطوط التباعد الجغرافية اما بصورة اعتباطية تمامـا بسبب غياب المراقبات ، واما بنتيجة اخطائها الفظة . وقد اشار ويبير ، لدى اصداره سوية مـــع غاوس الاطلس الكامل الاول للخرائط المغنطيسية العالمية التى تم الحصول عليها وفق النظرية الجديدة ، الى ان تحديدات معاملات صيغــة غاوس ينبغى ان تتكرر من وقت لآخر . والحال ان مجال الارض المغنطيسى تعتريه تغيرات من قرن الى قرن . عند ذلك ، يقول ويبير مستنتجا ، «يمكن ، عن طريق تتبّع تغيرات الحالة المغنطيسية للارض بالاجمال وفى اماكن متفرقة ، الحصول على معلومات لاجل تاريخ مغنطيسية الارض – هذا الهدف الذى لا يمكن بلوغه بالابحـــاث البسيطة بدون نظرية ، ذلك لان الابحاث البسيطة تكشف تغير ظواهر متفرقـة فقط وليس التغير بوجه عام» . فى الحقيقة ، هل نستطيع ان نعتبر شكلية النظرية التى تدل على الاخطاء وتنظم التاريخ ؟ ان حساب معاملات غاوس حسب معطيات المراقبة او ، كما يقول علمـــاء المغنطيس ، تحليل مجال

* لا يوجد حتى الآن تفسير مرض للطبيعـــة الفيزيائية لمغنطيسية الارض : ان لغز مغنطيسية الارض لم يجر فضه حتى الآن .

الارض المغنطيسى هو عمليـــة غير بسيطة وتتطلب جهودا كبيرة للغاية . وحتى فى ايامنا هذه تستغرق هذه الحسابات اكثر من ساعة فى الحاسبات الالكترونية السريعة . ولذا ، فقلائل فقط كانوا فى القرن الماضى ، بعد غاوس ، يتجرأون على تكرارهـــا . فقد انفق احدهم ، العالم الفلكى الانجليزى جون كوخ ادامس ، ٤٠ سنة من الجهد الذى لا يصدقه العقل من اجل ايجاد عدد من المعاملات اكثر بمرتين فقط مما كان لدى غاوس . لم يقم ادامس باكتشاف كبير بل دقق فقط فى «هيئة» مجال الارض المغنطيسى . واصاب عالـــم آخر – الالمانى شميدت – نجاحا اكبر . لقد فهم ما لم يخطر ببال حتى غاوس نفسه . . . فقد تبين ان نظرية غاوس العظيمة تستطيع ان تهتك سر مصادر مجال الارض المغنطيسى . وهى قادرة على القول ما اذا كانت توجد مصادر للمجال خارج الارض . واذا كانت توجد فعلا ، فأى جزء منها تشترطه اسباب داخليـــة ، واى جزء تشترطه اسباب خارجية !

«يستحيل على المرء دراسة هذه النظرية المدهشة دون ان يشعر من وقت لآخر بذلك الاحساس وكأن القوانين الرياضية تحيا حياتها الخاصة وتملك حكمة خاصة بها – ويخيل ان هذه الصيغ اذكى منا ، اذكى حتى من صاحبها نفسه ، وكأنها تعطينا اكثر مما وضع فيها فى وقت مـــا» – هكذا كتب هنريـــخ هيرتس عن معادلات المجـــال الكهرمغنطيسى لماكسويل . ويمكننا ان نقول الشىء نفسه عن نظرية مغنطيسية الارض لغاوس ، عن تلك النظرية التى تستطيع حتى ان تتنبأ فى اى مكان توجد تلك النقطة الغامضة ، التى شغلت بال اكثر من جيل من الرحالة البواسل والعلماء ، تلك النقطة التى تدعى القطب المغنطيسى للارض .



الفصل الحادى عشر

اخضاع القطبين المغنطيسيين

ماذا هنـــاك ، فى البعيد خلف الافق ، فى الاراضى والبحـــار المجهولة ؟ هناك حيث يشرق كوكب الصباح ، وهناك حيث يغيب ؟ هناك حيث الشمال الملىء بالالغاز الذى تدور حوله السماء كلها ؟ حيث حدود العالم المأهول وحدود الدنيا ؟

فى الماضى كانت هذه الاسئلة الازلية تدفع الرحالة البواسل ومحبى الاستطلاع الى لقـــاء المغامرات العجيبة والاخطار الشديدة الى لقاء المجهول . وراحت تولد الخرافـات والاساطير عن دوامات الماء المهلكة والبحر المتجمد والجزر الفردوسية والبلدان الوافـرة الغنى والوحوش المتعددة الرؤوس والصخور الشريرة . . .

وكانت منتشرة بوجه خاص الاسطورة عن الجبل المغنطيسى . فى بادىء الامر كان يسود الاعتقاد بان هذا الجبل غير مؤذ نسبيا ويوجد فى مكان غير بعيد ، فى صقاع سهلة البلوغ . الا انه تحول فى وقت لاحق الى احد افظع الاخطار التى يتعرض لها الملاحون .

فى البدء كان مكان الجبل المغنطيسى يقع ، حسب الاساطير ، عند سواحل الهند وافريقيا ، بل وحتى فى الشرق الاقصى . ثم اخذ يتحرك ابعد فأبعد نحو الشمال . وها ان استعمال الابرة المغنطيسية اصبح امرا دارجا لدى الملاحين . وفى الحال ثار سؤال : الامَ ينبغى

نسب تلك القوة الغامضة التي تجتذب طرفها الشمالى ؟ وكان الجواب يفرض نفسه بنفسه : اذا لم يكن ذلك النجـــم القطبى واسبابـا سماوية ، فهو على الارجح الجبـل المغنطيسى الذى يوجد فى اقصى الشمال ، ان لم يكن فى القطب الشمالى نفسه .

وولدت اسطورة جديدة : ان القطب الشمالى هو صخرة مغنطيسية جبارة تجلب الهلاك للبحارة الذين يخاطرون فى الوصول اليه .

وشيئا فشيئا اخذ الملاحون الشجعان وذوو المراس يتأقلمون فى المنطقة القطبية عند سواحل غرينلاند ويتوغلون ابعد فأبعد نحو الشمال . فبعضهم كانوا يبحثون عن ممر شمالى غربى من المحيط الاطلسى الى المحيط الهادىء ، الى اليابان والصين والهند ، وكان آخرون يصطادون الحيتـــان . ولم تعد تخيفهم عدم الدقة الكبيرة للبوصلة بسبب الميل المغنطيسى هنـــا : فالصخرة المغنطيسية الخرافية لم يشاهدها احد . (فى الحقيقة كان كثيرون يعتقدون انها تختبىء تحت الماء) . وسرعان ما راح الملاحون المجربون يحزرون : اذا كان الميل كبيرا الى هذا الحد ، واذا كانت الابرة بدلا من الاشارة الى الشمال تستدير كثيرا الى اتجاه آخر مشيرة احيانا الى ما يقارب الغرب ، فقد يكون السبب الذي يحركها ، اى القطب المغنطيسى ، موجودا فى الشمال بالذات ؟ كان مركاتور اول من اشار بصراحة الى عدم تطابق المجال المغنطيسى الشمـــالى مع المجال المغنطيسى الجغرافى . وقد اثبت تأكيده ، كما نعلم ، عام ١٥٤٦ . واستطاع مركاتور ان يحسب موضع القطب المغنطيسى اذ تبين انه يقـع فى احداثيات ٧٩ درجة من خط العرض الشمالى و١٦٨ درجـة من خط الطول الغربى اذا حسب هذا الاخير من دائرة طول جزر آزور . وكان ينبغى على هذه النقطة ان تقع الى الشمال الغربى من مضيق بيرينغ ، ولكنها بالطبع لم تكن تطابق الموضع الفعلى للقطب المغنطيسى فى ذلك الزمن . وفى وقت لاحق صحح مركاتور موضعه . فعلى خريطة العالم الشهيرة لعام ١٥٦٩ رسم القطب على هيئـــة صخرة سوداء شديدة الانحدار تقع على دائـــرة طول مضيق آنّا الذى ، كما كان يفترض ، يربط المحيطين الاطلسى والهادىء بين آسيـــا واميركا . والى جانب الصخرة (المغنطيسية ، كما يفترض) الكتابـــة التالية : «بموجب حسابات موثوق بصحتها ، هنا بالذات يقع القطب المغنطيسى

8*

والمغنطيس الاكمل الذى يجتذب جميع المغنطيسات الاخرى . . .» .
وكان مركاتور يثمن اكتشافه تثمينا رفيعا .

ومرت اعوام . ولكن لم يتسن بعد لاى شخص الوصول الى «القطب المسحور» . لقد كانت الطبيعة تخفى سرها عن الانسان بكل حزم محيطة اياه بهالة صارمة عديمة الحياة لا عودة منها كما قد يخيل . ان هذا الصقع الساحر حقا ، المتكون من الجليد والثلج ، ظل بقعة مجهولة على الخريطة . ولكن كان لا بد فى يوم من الايام ان يحل زمن الملاحين الجسورين والبواسل الذين سيقهرون هذا الصقع .

فى عام ۱۸۱۸ ارسل الانجليز الى القطب المتجمد الشمالى بعثة حسنة التجهيز مؤلفة من سفينتى «ايزابيلا» و«الكسندر» لاجل البحث عن ممر شمالى غربى . وكانت تضم بحارة متضلعين وعلماء برئاسة القبطان المحنك جون روس البالغ من العمر ٤١ عاما ، وقد مضى عليه فى خدمة الاسطول الملكى ۳۲ عاما . وكان قبطان احدى السفينتين الملازم وليم ادوارد بارى البالغ من العمر ۲۷ سنة . وكان القبطان ادوارد سابين من سلاح المدفعية الملكية قد اصبح آنذاك اخصائيا واسع الشهرة فى مغنطيسية الارض . ونلفت الانتباه الى مشارك آخر فى البعثة وهو جايمس كلارك روس الحارس البحرى ونسيب قائد البعثة ، والبالغ من العمر ۱۸ سنة .

زودت البعثة بأفضل البوصلات ، والاجهزة ذات الابرة المتحركة عموديا لاجل قياس انحراف مجال الارض المغنطيسى .

لم تحرز البعثة نجاحا يذكر . فقد وصل روس الى ٧٦ درجة من خط العرض وعاد ادراجه ، مما اثار استياء صريحا من جانب بعض اعضائها ، ولا سيما سابين الذى كان يأمل باجراء مراقبات على مقربة من القطب لانه كان يملك اجهزة ممتازة وخبرة ثرة فى عمليات المراقبة المغنطيسية .

البعثة التالية الى القطب الشمالى كانت برئاسة بارى . ودعى اليها من جديد سابين بوصفه عالما فلكيا وباحثا . وانضم اليها جايمس روس ايضا . ووصلت البعثة الى مقربة مباشرة من القطب المغنطيسى . وفى ۲۲ آب (اغسطس) ۱۸۱۹ لاحظ بارى وسابين ان ابر البوصلات استدارت الى الجنوب الغربى ، وبعد مرور يومين

اخذت تشير الى الجنوب بالضبط تقريبـــا ! انه لامر غير اعتيادى على المرء ان يرى مشهدا كهذا : القطب المغنطيسى الشمـــالى فى الجنوب ! كان القطب يقع على بعد بضع مئات من الكيلومترات فى دائرة خط الزوال الشرقى الـ٩٥ . لقد كان يثير الغيظ بقربه ، غير ان الناس لم يكونوا بعد على استعداد لخوض معركة يائسة مع القطب المتجمد الشمالى لاجل مشاهدته . وبعد ان امضى فصل الشتاء هناك عاد بارى خريف عام ١٨٢٠ الى انجلترا .

عاد بارى ليتوجه من جديد فى العام التالى الى الشمال ، مـــع جايمس روس هذه المرة . اما سابين فقد بقى على الساحل اذ تحول كليا الى تعاطى دراسة مغنطيسية الارض وتخلى عن حلمه المكنون بشأن بلوغ القطب . فلم يكن مقدّرا له ان يقوم باكتشاف هام واحد طوال عمره المديد ، وتوفى فى عام ١٨٨٣ . الا انـــه ، باعمالـــه المتحمسة فى ميدان مغنطيسية الارض وشؤون البوصلـــة ، شق الطريق امام الآخرين وساهم فى نجاح عدد من المبادرات العظيمة . وفى البعثة الجديدة ، التى استغرقت سنتين ، اخذت تتفتح مؤهلات روس . وسرعان ما بات جايمس الشاب ، التلميذ المجتهد والموهوب لبارى ورفيقه الامين ومعاونه المخلص ، اليد اليمنى له . وغالبا ما كان ينوب عن بارى فى عمليات المراقبة ، واذ كان يتحلى ببصيرة فطرية اخذ يستجمع الخبرة بسرعة . وراح ينضج هذا الباحث الذى سيصبح معترفا به فيما بعد كواحد من اعظـــم الملاحين القطبيين لجميع الازمنة .

وريثما كانت البعثة تبحر فى اماكن ما من الارجاء المحاذيـــة للقطب وبارى وروس يقومان بمعاينات «مغنطيسية» كانت اوروبـــا تنتظر نتائج هذه المعاينات «برغبة اكبر من انتظارها لاية معاينات اخرى» . ولم يكن انتظارهـــا سدى هذه المرة . وذات مرة لاحظا انحراف الابرة مقدار ٨٨ درجة و٢١ دقيقة ! وكـأن الابرة عالقة ! بينما كفت الابرة الافقية فى البوصلات العادية عن ان تذعن لقـوة الارض المغنطيسية : لقد تلاشى المجال المغنطيسى كليا تقريبا فى المسطح الافقى . ولكن بارى كان يدرك ان ذلك ليس القطب على الاطلاق . وكان يعلم علم اليقين امرا آخر ايضا : انهم لعاجزون الآن

عن اجتياز تلك الـ٣٠٠-٤٠٠ كيلومتر التى تفصلهم عن الهدف المنشود .

وفى عام ١٨٢٤ توجه بارى فى رحلته الثالثة معلنا بكل حزم : «فى رحلتى هذه ساجتاز من كل بد القطب المغنطيسى !» . واصبح جايمس روس فى رتبة ملازم ثان . وكان فى الكثير الغالب ينوب عن قائد البعثة الذى كان يعانى من داء المفاصل وهو يقوم بمعاينات مغنطيسية وفلكية ، وفى ربيع عام ١٨٢٥ قام برحلة برية على زحافة ثلجية . غير ان القطب بقى صعب المنال . ويبدو ان بارى خارت قواه واستسلم للفشل .

ولكن قبل ان نواصل الحديث عن روس نقول انه فى تلك الاعوام ، حينما كان بارى يقتحم الممر الشمالى الغربى ، كانت تجرى احداث لا تقل عن ذلك اهمية فى شمال آسيا . ففى عام ١٨١٩ تم تعيين بعثة روسية بقيادة فرانغيل لاجل استقصاء وجرد هذه المنطقة التى كانت مدروسة بشكل سيئ شأنها شأن شمال اميركا . وبالاضافة الى الابحاث العلمية الاخرى كان من المزمع فى البعثة اجراء عمليات مراقبة واسعة لمغنطيسية الارض . وكان من المرتأى ايضا احتمال بلوغ القطب المغنطيسى . ان نية الوصول الى القطب من ناحية آسيا الشمالية تبدو الآن غير جدية بسبب المسافة البعيدة اليه . ولكن ينبغى لنا ان نغفر للرائدين الاولين قصدهم . والحال ان سيبيريا الشمالية كانت بقعة بيضاء متواصلة على الخرائط المغنطيسية ولم يكن احد يعرف بالضبط موقع القطب : ففى اوائل القرن التاسع عشر كان التباعد فى احداثياته ، التى يقدمها مختلف العلماء ، يشكل عشرات الدرجات تقريبا .

عمل فرانغيل بالبوصلة وجهاز القياس العمودى مدة خمس سنوات فى اقسى ظروف الشمال التى تتعدى احيانا حدود القوى البشرية ، وجمع قدرا كبيرا من المواد المتعلقة بمغنطيسية الارض التى تحدث عنها غومبولدت فيما بعد باعجاب . وبات كتاب «رحلة فى السواحل الشمالية لسيبيريا والبحر الجليدى قامت بها فى اعوام ١٨٢٠ ، ١٨٢١ ، ١٨٢٢ ، ١٨٢٣ و١٨٢٤ بعثة برئاسة قائد الاسطول الملازم فرديناند فرانغيل» ، الذى صدر فى سانت بطرسبورغ ، تحفة فى المطبوعات المتعلقة بالقطب المتجمد الشمالى . وقد حظى هذا الكتاب

بتقدير رفيع فى انجلترا ايضا عندما ترجمته الى الانجليزية زوجة سابين .

لم يحالف فرانغيل الحظ فى الوصول الى قمة الارض المغنطيسية ، الا انه اكتشف شيئا لا يقل عن ذلك اهميـــة : «تكثف» الخطوط المغنطيسية فى منطقة كوليما . وذلك ما وفر الاساس لمعاصريـه للتحدث عن وجود قطب مغنطيسى ثان فى النصف الشمالى للكـرة الارضية فى هذه المنطقة !

لنعد الآن الى انجلترا .

فى ٢٣ ايار (مايو) ١٨٢٩ احتشد مئات اللندنيين عند ضفة نهر التايمز لكى يودعوا بعثة جديدة متوجهة الى البقاع القطبية الشمالية ، ويلقوا نظرة فى الوقت نفسه على سفينة غير مألوفة : احدى اولى البواخر العاملة على عجلات ، باخرة «فيكتورى» . لم يكن مقدّرا لاحد ان يعلم آنذاك ان انجلترا بأسرها سوف يغمرها الحزن ، بعد مرور عامين ، بسبب عدم وصول اخبار من ابنيها البارزين قائد الرحلـة القبطان جون روس ومساعده ونسيبـه الملازم البحرى جايمس روس .

فى الموسم الملاحى الاول بالذات بدا وكأن «فيكتورى» توقفت فى مكانها بصورة لا امل منها ضمن طوق من الجليد . ولم يبق امام الرحالة سوى نصب مخيم على اليابسة . وخلال ربيـــع وصيف عام ١٨٣٠ قام جايمس ببضع رحلات على الزحافات واستكشف الاماكن المحيطة به . وكان يدرك ان القطب المغنطيسى يقع فى حدود المنال اذا تم التحضير بصورة دقيقة للبحث عنه . وفى ربيع عام ١٨٣١ قام بمحاولة اولى لاقتحـــام القطب على الزحافات ، وقطـع حوالى ٣٠٠ كيلومتر ، ولكن البرد القاسى والتعب الشديد اجبراه على التراجع . وبعد مرور اسبوعين كرر جايمس المحاولة . وفى ١ حزيران (يونيو) ١٨٣١ ، فى الساعة الثامنة صباحا وصل روس ، اخيرا ، الى النقطة المقصودة . واقام الرحالة مخيما وبدأ جايمس معايناتـــه . واخيرا استقرت ابرة الجهاز فى وضع عمودى تقريبا . فهل هذا ، حقا ، القطب المغنطيسى ؟ هل هو تلك النقطة التى تشير اليها بوصلات العالـم بأسره ؟

وبشر جايمس مرافقيه بالنبأ السعيد . وفى هذا اليوم وطوال جزء كبير من اليوم التالى راجع عمليات المراقبة مرة اخرى . اجل ، هنا يقع القطب المغنطيسى دون ادنى شك .

ونصب روس العلم البريطانى فى القطب . ثم اقام الرحالة هنا هرما كبيرا من الحجارة وواروا تحته فى التراب علبة من الصفيح تحتوى على كتابة عن الاكتشاف العظيم وعن نتائج المعاينات . لقد تم اكتشاف وضع القطب فى نقطة ذات احداثيات ٧٠ درجة و٥ دقائق و١٧ ثانية من خط العرض الشمالى و٩٦ درجة و٤٦ دقيقة و٤٥ ثانية من خط الطول الغربى .

وفى اليوم الثامن والعشرين فقط من هذه الرحلة على الزحافات عاد روس بأمان الى المخيم . ولكن كان ينبغى معاناة اشهر اخرى طويلة من اليأس والقنوط قبل ان يعرف العالم عن اكتشافه . وانتهى عام ١٨٣١ ، وانصرم عام ١٨٣٢ ، وسار عام ١٨٣٣ ، ولكن افراد البعثة القطبية كانوا لا يزالون يجولـــون فى رحاب القطب المتجمد الشمالى اللامتناهية .

ذات مرة شاهدوا سفينة لصيد الحيتان . «ما هذه السفينة ؟» — سأل جون روس عندما تسنى لرجاله المنهوكى القوى ان يقتربوا على قارب بجهد جهيد من السفينة الشراعية . «هذه سفينـــة «ايزابيلا» للراحل روس الذى كان يقودها عام ١٨١٨» — اجابوه . فقال القبطان معترضا : «انا هو روس» . وتسنى له بعناء ان يقنع بذلك صيادى الحيتان الذين انقذوا هؤلاء الابطال .

ان المكوث اربعة اعوام ونصف العام فى القطب المتجمد الشمالى القاسى هو رقم قياسى لجميع الازمنة ! وحوالى ١٠٠٠ كيلومتر قطعها الرحالة على الزحافات ! وخرائط شواطئ جديدة ! وذلك كله تكلل باكتشاف جايمس روس للقطب المغنطيسى الشمالى ! وكان المجد والتبجيل ينتظران الرحالة على ارض الوطن .

واستقبل الملك روس ورجاله فى ويندصور . واصبح جايمس ذا شهرة عالمية . وانتخبته المدن مواطن شرف لديها ، وانهال عليه حكام البلدان الاوروبية بأوسمة الشرف والميداليات الذهبية .

كان جايمس روس سعيدا . ولكن ، هل كان باستطاعته ، وهو الذى اجتاز قدرا من المحن تكفى الآخرين لبضع حيوات (والحال ان

روس افلح ، فى سنيـــه الـ٣٣ ، فى ان يقضى فى القطب الشمالى القاسى مدة قياسية : ٨ فصول شتاء و١٥ موسما ملاحيا) وذاق طعم المجد اللذيذ ، هل كان باستطاعة هذا الرجل ذى الارادة القويـــة والعناد وحب الذات ان يرتضى الآن بحياة هادئة ؟ كلا ، بالطبع ! وخاصة الآن عندمـــا يقترح غومبولدت وغاوس الاقبال مباشرة على البحث عن القطب المغنطيسى الجنوبى ! وعندما لقى نداؤهما اذنـا صاغية ، على ما يبدو ، واخذ الفرنسيون والاميركان يحضّرون بعثتين الى نصف الكرة الارضية الجنوبى .

وطرح العقيد ادوارد سابين ، صديق روس فى عهد الشباب ، طرح بكل حزم امام الحكومة البريطانية مسألة الاهمية الفائقة لاستقصاء مغنطيسية الارض فى مناطق القطب الجنوبى وانشاء مراصد مغنطيسية دائمة فى ممتلكات الامبراطورية البريطانية كما كان يرغب غومبولدت . وايدت الحكومة الاقتراح ، وها ان سفينتى «اريبوس» و«تيرور» ، المكيفتين تكييفا رائعا للابحار فى الميـــاه القطبية ، على استعداد للانطلاق .

وقد رأس البعثة قبطان «اريبوس» جايمس روس . وكانت انجلترا تأمل بان مكتشف القطب المغنطيسى الشمـــالى سيكون رائدا فى القطب المغنطيسى الجنوبى ايضا . وكان ذلك احد اهداف البعثـــة الاساسية .

فى عام ١٨٣٩ بدأت رحلة روس القطبية الجديدة .

وبقوة جديدة اندلع التنافس بين انجلترا وفرنسا والولايـات المتحدة الاميركية فى استقصاء الرحاب القطبية . وبدأ سباق حقيقى فى سبيل الاكتشافات الجغرافية فى القطب المتجمد الجنوبى والقطب المغنطيسى الجنوبى .

فى شهر آب (اغسطس) ١٨٤٠ وصل روس الى تاسمانيا وتعكر مزاجه كثيرا عندمـــا علم ان الفرنسيين والاميركيين سبقوه بعض الشىء .

فالبعثة الفرنسية على سفينتـــى «اسطرلاب» و«زيليه» بقيادة ديمون دورفيل ، الذى قام قبل ذلك برحلتين بحريتين حول الارض ، تبيّن انها وصلت فى الصيف الماضى الى مكـــان بعيد فى الجنوب

واكتشفت ارضا جديدة . وقام الفرنسيون بعملية انزال خطرة على الساحل مخترقين الجدران الجليدية ، ونصبوا العلم الفرنسى هناك . وفى مكان غير بعيد منها ، فى عمق القارة الجليدية ، كما بينت عمليات المراقبة يوجد القطب المغنطيسى . واطلق ديمون-دورفيل اسم زوجته اديل على المنطقة المكتشفة .

اما عن نتائج البعثة الاميركية تحت قيادة تشارلز ويلكس ، الذى تجول هو ايضا فى الصيف فى الجنوب ، فقد لزمت الصحف الصمت لان حكومته امرت قائد البعثة بابقاء هذه النتائج طى الكتمان . وهذا بالذات ما كان يقلق بال روس اكثر من اى شىء آخر . وذات مرة تلقى رسالة من ويلكس ، وفضها فى الحال . وتبين منها ان ويلكس لم يبلغ القطب المغنطيسى . ولا ديمون-دورفيل ايضا .

ومع حلول الموسم الملاحى الجديد غادر روس تاسمانيا ، وبعد بضعة ايام رمى المرساة عند سواحل اوكليند لاجل اجراء معاينات مغنطيسية . وهنا عثر روس على آثار لمنافسيه . ففى مكان بارز شاهد مرافقوه عمودا مسمرة عليه لوحتان . وعلى اللوحة الاولى مكتوب بخط اسود : «السفينتان الفرنسيتان «اسطرلاب» و«زيليه» غادرتا هوبارت فى ٢٥ شباط (فبراير) ١٨٤٠ . . . من ١٩ كانون الثانى (يناير) الى ١ شباط ١٨٤٠ اكتشفتا ارض اديل وموضع القطب المغنطيسى الجنوبى !» وعلى اللوحة الثانية نبأ عن عودة البعثة الاميركية من القطب المتجمد الجنوبى .

وقرر روس شق طريقه الى القطب فى اتجاه جديد ، شرقى اكثر . ووجه سفينتيه نحو القطب المغنطيسى ، وهو يناور بشجاعة وسط قطع الجليد العائمة . وفى ٢٥ كانون الثانى (يناير) انحرفت ابرة جهاز القياس العمودى الى ٨٨ درجة و١٠ دقائق ، اى اكثر مما لدى سابقيه . ومن جديد سبق روس الجميع ، فلا احد قبله كان اقرب منه الى القطب المغنطيسى الجنوبى ! وفى اليوم التالى اصبح الانحراف ٨٨ درجة و٣٣ دقيقة وكان يفصله عن القطب المغنطيسى ١٧٤ ميلا فقط ! ولكن سرعان ما انتصب امامه جدار جليدى عملاق بحيث بدت السفينتان الى جانبه قزمتين . وابحر بمحاذاته مدة طويلة ولكنه لم ير له نهاية . واطلق روس عليه اسم الحاجز الجليدى الكبير . وكأن الطبيعة كانت تخفى بواسطته سرها .

وفهم روس انه لن ينجح هذه المرة فى التغلب على الحاجز . ولكن سفينتيه وصلتا مع ذلك الى ٧٨ درجة و٤ دقائق من خط العرض الجنوبى – فما من سفينة اخرى بلغت هذا البعد حتى الآن . وفى ١٧ شباط كان يقف على بعد ١٦٠ ميلا فقط من القطب المغنطيسى الجنوبى ! وقرر روس العودة شمالا .

وفى الموسم التالى قام روس بمحاولة اخرى للتغلب على الحاجز الجليدى الهائل ، ولكن بدون جدوى ، وعاد الى البلاد فى ٢ ايلول (سبتمبر) ١٨٤٣ .

فى هذه الرحلة قام روس بعدد من الاكتشافات الجغرافية البارزة . وعلى الرغم من انه لم يصل الى القطب المغنطيسى الجنوبى فقد حسب بدقة نادرة بالنسبة لذلك الزمن موضع هذا القطب بفضل عمليات المراقبة العديدة والشاملة التى اجراها . وحدد غاوس احداثيات القطب ، حسب نظريته ، فى منطقة ٦٦ درجة من خط العرض الجنوبى و١٤٦ درجة من خط الطول الشرقى . وصحح ديمون-دورفيل وويلكس موقع القطب ، غير ان مراقباتهما لم تكن منتظمة كما لدى روس . ووفق روس كان القطب المغنطيسى يقع فى نقطة ذات احداثيات ٧٥ درجة و٥ دقائق من خط العرض الجنوبى و١٥٤ درجة و٨ دقائق من خط الطول الشرقى . ومنذ ذلك الزمن ظلت جميع خرائط العالم مدة طويلة جدا تشير الى هذا الموقع . واستمر العلماء مدة طويلة يستفيدون من نتائجه مدققين فى معاملات صيغ غاوس وفى الخرائط المغنطيسية .

وانتهى الفصل الاول من ملحمة غزو القطبين المغنطيسيين . وعلى الرغم من ان الانسان لم يستطع فى الجنوب التوغل الى النقطة المنشودة فان جهود الرواد الاوائل فى هذه المنطقة لم تذهب ادراج الرياح البتة . فان دراسة ظواهر مغنطيسية الارض فى منطقة القطب الجنوبى والبحث عن القطب كانا بالضبط سببا للاكتشاف الحقيقى للقطب المتجمد الجنوبى وبداية لاستقصائه المنتظم !

بعد بعثة النصف الاول من القرن الماضى بدأت فى ابحاث مغنطيسية الارض للمناطق القطبية فترة انقطاع استمرت نصف قرن . وفى نهاية القرن فقط عاد الاهتمام بها يحتدم بقوة جديدة .

فقد اجريت عمليات مراقبة قيّمة اثناء الرحلة البحرية التى قام

بها النروجي فريتيوف نانسن اعوام ١٨٩٣-١٨٩٦ فى المحيط المتجمد الشمالى .

وفى عام ١٨٩٧ جهزت الجمعية الجغرافية البلجيكية سفينة «بلجيك» للتوجه الى القطب المتجمد الجنوبى بقيادة النروجى روالد اموندسن البالغ من العمر ٢٥ سنة ، الذى وضع نصب عينيه مهمة انشاء قاعدة شتوية فى القطب وبلوغ القطب المغنطيسى . غير ان «بلجيك» لم تبلغ الهدف . وفى شهر آذار (مارس) ١٨٩٨ اطبقت عليها القطعات الجليدية ، ولم تفلت من كماشة الجليد الا بعد مرور عام .

وبعد ان عاد البلجيكيون الى ديارهم كانت تغذ السير نحو سواحل القطب الجنوبى من لندن بعثة جديدة على السفينة الخشبية «الصليب الجنوبى» . وكانت بقيادة النروجى كارستن بورخغريفنك وهو مدرس سابق للعلوم الطبيعية . وحالفه الحظ . وامضى فصل شتاء عام ١٨٩٩ فى رأس ادير ، وهى اول عملية من نوعها فى القطب المتجمد الجنوبى ، واجرى الباحثون طوال الشتاء القطبى الجنوبى عمليات مراقبة ميترولوجية ومغنطيسية . وبلغ الرحالة خط العرض الجنوبى من ٧٨ درجة و٥٠ دقيقة ! واخيرا تم تحطيم واحد من ارقام روس القياسية ظل قائما طوال ٥٩ سنة بالضبط ! غير ان رقما قياسيا آخر بقى باسم روس الذى اقترب اكثر من الجميع من القطب المغنطيسى الجنوبى . وكان هذا القطب ، حسب عمليات التدقيق التى اجريت بهذه البعثة ، يقع عند الدرجة ٧٣ و٢٠ دقيقة من خط العرض الجنوبى و١٤٦ درجة من خط الطول الشرقى ، اى على بعد زهاء مرتين من الشاطئ مما كان لدى روس .

وكانت بداية القرن العشرين صفحة جديدة فى دراسة القطب المتجمد الجنوبى . وتواجد اشخاص جريئون خُيّل لهم ان الوصول الى القطب الجغرافى بالذات امر ممكن . ودخل المعركة الانجليزيان روبرت سكوت وارنست سيكلتون والنروجى روال اموندسن .

توجه سكوت فى رحلته الاولى على سفينة «ديسكاورى» فى اواخر عام ١٩٠١ . وفى غضون سنتين ، امضاها الباحثون الانجليز فى قاعدة عند سفح البركان اربيوس ، تم الحصول على نتائج علمية هامة . وفى اتجاه القطب الجنوبى تسنى لسكوت الوصول الى ٨٢

درجة و١٧ دقيقة من خط العرض الجنوبى . ثم تراجع وهو مصمم على الاستعداد كما يلزم لاقتحام القطب .

فى ذلك الوقت كان اموندسن هناك ، فى مكان بعيد بالشمال ، ينجز استعداداته . فبعد العودة من البعثة البلجيكية قرر القيام ببعثة خاصة به . وكان يرى انه ينبغى على الباحث القطبى ان يملك اجهزة علمية بالغة الدقة لكى تتسم ابحاثه بقيمة بالنسبة للعلماء . لذا سافر اموندسن فى الحال الى هامبورغ الى عند غيورغ فون نايماير ، وهو اكبر عالم فى حقل مغنطيسية الارض والقياسات المغنطيسية ، ورجاه ان يساعده فى اكتساب المعارف الضرورية لاجل تحقيق مآربه بصورة ناجحة .

وفى غضون بضعة اشهر درس اموندسن باجتهاد لا يعرف الكلل فى مرصد نايماير فاكتسب خبرات عملية فى استعمال احدث اجهزة القياس المغنطيسية . وهى عبارة عن آلات ذاتية التدوين ذات بَكَرة من الورق الفوتوغرافى تدور بفعل ميكانيزم زنبركى ؛ فان شعاع الضوء ، اذ ينعكس من مرآة مثبتة الى ابرة مغنطيسية ، كان يدون على الورق الفوتوغرافى كل خط سير الميل او الانحراف او قوة مغنطيسية الارض .

وابحر اموندسن وستة من رفاقه على السفينة الشراعية «يووا» ذات المحرك التى تبلغ حمولتها ٤٧ طنا فقط ! وعلى هذه السفينة القزمة ، التى لا تضاهى اصغر سفن كولومبس ، كان اموندسن يزمع مكافحة قطع الجليد القطبية ! لقد كانت سفينة غير اعتيادية قادرة على «الافلات» من «الاحضان الحديدية» للجليد ، وكان اموندسن يثق بها .

خريف عام ١٩٠٣ توقفوا عند ساحل ارض الملك وليم (جزيرة كنغ-وليم حاليا) ، وبنوا مرصدا مغنطيسيا من صناديق موضبة ، واخذوا يستعدون بشكل جدى لقضاء فصل الشتاء . فى هذه الاماكن ، على مقربة مباشرة من القطب المغنطيسى الجنوبى حيث تواجد جايمس روس منذ ٧٢ سنة خلت ، امضى اموندسن واصحابه ٢٣ شهرا وكان ، شأنه شأن روس ، يقوم بجولات باتجاه القطب ، الذى كان قد انتقل آنذاك الى الشمال الغربى واصبح يوجد فى نقطة تبلغ احداثياتها ١٧٠ درجة و٣٠ دقيقة من خط العرض الشمالى و٩٥

درجة و٣٠ دقيقة من خط الطول الغربى . ثم هبطوا من جديد نحو الغرب ووصلوا اخيرا الى المحيط الهادئ .

جلب اموندسن من الرحلة كمية ضخمة من المواد العلمية . ولم يكن ثمة من مثيل لنتائج مراقباته المغنطيسيـــة فى منطقة القطب المغنطيسى ، من حيث كمالها وكثافتها . وقد احتاج العلماء لعشرين سنة من اجل معالجتها ! ولكن ، كم كان ثمنها غاليا على اموندسن . يقول اموندسن متذكرا : «لدى عودتى قدّر الجميع عمرى ما بين ٥٩ و٧٥ سنة ، رغم انه كان لى من العمر ٣٣ سنة فقط» ! تلك هى عواقب ثلاثة فصول شتاء قاسية للغاية . عجيب ! فان روس ، عندما عاد الى انجلترا بعد اكتشافه القطب المغنطيسى الشمالى ، كان عمره ٣٣ سنة ايضا ! وهو ايضا اضطر لتمضية ثلاثة فصول شتاء!

فى اثناء ذلك كان شيكلتون ينطلق نحو القطب الجنوبى . وقد شارك فى بعثة سكوت الاولى ، الا ان صحته ساءت فاعيد قبل الاوان الى انجلترا . وهو الآن عاقد العزم على استباق الجميع .

فى شهر تشرين الاول (اكتوبر) ١٩٠٨ غادرت مجموعتان القاعدة الشتوية : واحدة برئاســـة شيكلتون توجهت الى القطب المتجمـد الجنوبى ، والاخرى برئاسة توماس دايفيد وعضوية دوغلاس موسون واليستر ماكاى توجهت الى القطب المغنطيسى الجنوبى .

وقد سجل دايفيد فى يومياته وصفا مفصلا لهذه الرحلة وما عانته من مصاعب ومشقات . وعند اليـــوم الرابع بعد المئة وصلت هذه المجموعة الى نقطة ٧٢ درجة و٢٥ دقيقـة من خط العرض الجنوبى و١٥٥ درجـة و١٦ دقيقة من خط الطول الشرقى . ويقول دايفيد : «فى الساعة ١٥ و٣٠ دقيقة خلعنا قبعاتنا ورفعنا العلم البريطانى . وشعرنا جميعا براحة نفسية بعد هذا القدر من الايام الشاقة والويلات والاخطار ، وبارتياح عميق من اننا استطعنا ان نؤدى المهمة التى القيت على عاتقنا . . .» .

ولكن ذلك لم يكن بعد نهاية عذابـات افراد المجموعة . لقـد اصبحوا الآن متحررين من الخوف من انهم لن يتمكنوا من الوصول الى القطب . وانتابهم شعور آخر : الخوف من انهـم لن يفلحوا فى العودة ومن ان اكتشافهم سيبقـــى مجهولا بالنسبة للعالم الآخر . وعادوا ادراجهم مسرعين لاجل ملاقاة سفينتهم «نيمرود» فى الموعد

المحدد . . . وذات مرة سمعوا فجأة طلقة مدفع . واندفعوا جميعا من الخيمة : لقد كانت «نيمرود» متجهة نحوهم مباشرة .

ذلك كان الثمن الباهظ لغزو القطب المغنطيسى الجنوبى – هذه النقطة التى تمتاز عن غيرها فقط بان الابرة المغنطيسية تقف فيها فى وضع عمودى . وهى ، بحصر المعنى ، ليست حتى نقطة ، بل منطقة لان موضع القطب يتغير تغيرا ملحوظا حتى فى غضون يوم واحد .

ان المعطيات عن تنقل القطبين المغنطيسيين ترتدى اهمية كبيرة بالنسبة للعلماء الذين يسعون الى معرفة طبيعة تغيرات المجال المغنطيسى . ولهذا السبب تتواصل محاولات التغلغل الى منطقة القطبين .

بعد العودة الى اوستراليا من رحلة شيكلتون نوى دوغلاس مووسون القيام ببعثة خاصة به الى القطب المتجمد الجنوبى . وفى تشرين الثانى (نوفمبر) ١٩١٢ توجه مووسون مع اثنين من مرافقيه الى عمق القارة الجليدية ، كما فعل شيكلتون * منذ اربع سنوات مضت ، وارسل مجموعة ثانية برئاسة الملازم بيج الى القطب المغنطيسى . انتهت رحلة مووسون بصورة مأسوية . فقد هلك مرافقاه ، اما هو الذى بقى عمليا بدون طعام فسار الى القاعدة وحيدا فى غضون شهر كامل . وقطع بيج مع مجموعته مسافة ٨٠٠ كيلومتر تقريبا سيرا على الاقدام طوال شهرين ونيف . ووصل الى منطقة القطب المغنطيسى ، وشاهد انحراف الابرة نفسه تقريبا الذى شاهده مووسون عام ١٩٠٩ . الا انه كانت تمتد من هذه البقعة حتى البقعة التى بلغتها مجموعة دايفيد مسافة ٢٨٠ كيلومترا . وكان التقدم الى الامام امرا مستحيلا بسبب النقص فى الاغذية ، فعاد بيج ادراجه .

فى ذلك الحين كان القطب المغنطيسى الجنوبى قد اصبح يقع لا فى القارة بل فى بحر دورفيل ، اى انه انتقل منذ زمن مراقبة روس له باتجاه الشمال الغربى مسافة ١٢٠٠ كيلومتر تقريبا ! والتدقيق الاخير لموقع هذا القطب قام به اعضاء البعثة السوفييتية على السفينتين الاوقيانوغرافيتين «فاداى بيلينسغاوزن» و«الاميرال

* لم يبلغ شيكلتون آنذاك القطب الجنوبى اذ كانت تفصله عنه مسافة ١٨٠ كيلومترا فقط .

فلاديميرسكى» اللتين سارتا على الطريق الذى شقه فى اعوام ١٨١٩–١٨٢١ القاربان الروسيان «فوستوك» و«ميرنى» – اول فاتحين للقارة السادسة . وخلال السنوات ١٥٠ الاخيرة ، اى منذ زمن اكتشافه من جانب روس ، انتقل القطب المغنطيسى الجنوبى الى الشمال بالضبط تقريبا ، ولكن لمسافة ٦٠٠ كيلومتر فقط .

يستفاد من معطيات علماء الآثار المغنطيسية ان القطب المغنطيسى الشمالى كان ، فى غضون بضعة القرون الاخيرة ، يجول على مقربة من القطب الجغرافى ، بينما كان فى عصور اكثر قدما «يتجول» ، على الارجح ، فى ارجاء نصف الكرة الشمالى كلـه ويصل حتى الى خط الاستـواء . زد على ذلك ان بعض العلمـــاء يفترضون ان القطبين المغنطيسيين الشمالى والجنوبى كانـــا يتبادلان مكانهمـــا بصورة منتظمة .

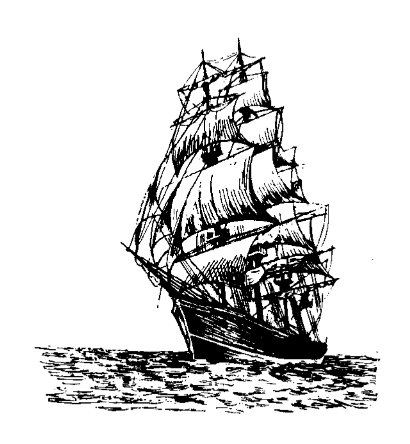
لقد كان يخيل ان فى عصرنا هذا ، بعد مرور سنوات عديدة على غزو القطبين المغنطيسيين ، اصبح كل شىء عنهما معروفا . ولكن . . . فى عام ١٩٤٨ قامت بعثة جوية قطبيـــة شمالية بالبحث عن القطب المغنطيسى . كلا ، لا تظنوا ان قطب روس اختفى وتوارى . وبحثت البعثة عن القطب المغنطيسى الشمالى . . . الثانى . فقد كان بعض العلماء ميالين الى الاعتقاد بانه يوجد ويقع فى القطب المتجمد الشمالى الاوسط . والا ، فبماذا يفسر ، اذن ، ما يلاحظ من انحرافات للابرة المغنطيسية غير مفهومة ؟ وفى ٢٧ نيسان (ابريل) تم هتك اللغز اخيرا . ففى النقطة ذات الاحداثيات ٨٦ درجة و٢٦ دقيقة من خط العرض الشمالى و١٥٤ درجة و٥٣ دقيقة من خط الطول الشرقى وجد العلماء . . . قمة ضخمة تحت الماء هى جزء من سلسلة جبال هائلة غائصة سرعان ما اطلق عليها اسم لومونوسوف ! وهذه السلسلة ، التى تمتد عبر كـــل حوض المحيط المتجمد الشمـــالى من جـــزر نوفوسيبيرسكيه حتى جزيرة ايلسمير فى كندا ، هى بالذات سبب الشذوذ المغنطيسى الكبير . هكذا دفنت نظريـــة وجود قطبين مغنطيسيين فى نصف الكرة الارضية الشمالى . وكان قد ارسى اساس هذه النظرية مركاتور ، الذى ظهر على خريطته عام ١٥٦٩ ، للمرة الاولى ، قطبان . ولم يكن بوسع هذه النظرية ان تصمد بوجه النتائج العملية .

ولكن ماذا تعنى عبـــارة القطب المغنطيسى ؟ انها — قد يقول القارئ — نقطة على سطح الارض تأخذ فيها الابرة المغنطيسية وضعا عموديا . غير ان جاذبية خامات الحديد ، فى بعض اماكن الشذوذات المحلية القوية ، شديدة لدرجة انها «تجنن» الابرة المغنطيسية التى قد تتخذ وضعا عموديا . وقد تم اكتشاف «قطب مغنطيسى» كهذا ، مثلا ، فى روسيا فى منطقة كورسك الشهيرة للشذوذ المغنطيسى فى ١٠ نيسان (ابريل) ١٨٩٨ من جانب عالم المغنطيس الروسى لايست . فهل يمكن فى هذه الحالة القول ان هذه الشذوذات هى اقطاب مغنطيسية للارض ؟ زد على ذلك انه لا يندر ان نصادف على الارض ما يسمى بالشذوذات السلبية التى يتعارض مجالهـــا مع المجال الطبيعى للارض . وهنا ايضا يمكن البحث عن اماكن تتخذ فيها الابرة وضعا عموديا . ولكنها فى النصف الشمالى من الكرة الارضية تشير الى . . . القطب الجنوبى ، وفى النصف الجنوبى الى القطب الشمالى ! اذن ، ان القطبين المغنطيسيين للارض هما القطبان الرئيسيان اللذان ينتشر مفعولهما على كل سطح الارض . وهما ، بالطبع ، اثنان فقط : الشمالى والجنوبى . اما الباقية فهى ، كما يقال ، اقطاب ذات مفعول محلى ضعيف للغاية .

نعيد الى الاذهان ان الجزء الاساسى من مجال الارض المغنطيسى هو مجال الكرة الممغنطة بشكل متجانس او المغنطيس الثنائى القطب القائم فى مركز الارض . ومحور هذا المغنطيس مائل باتجاه محور دوران الارض بزواية ١١,٥ درجة تقريبا . ونقطتا تقاطعه مع سطح الارض تدعيان ، خلافا للقطبين المغنطيسيين او قطبى الانحراف ، قطبى الارض المغنطيسيين . وفى حين ان نقطتى التقاطع هما نتيجة لفعل جميع المجالات التى يتألف منها مجال الارض المغنطيسى ، بما فى ذلك المجال القارى ومجـــالات الشذوذات ، فان قطبى الارض المغنطيسيين هما قطبا المغنطيس «الرئيسى» للارض . وفى القطب المغنطيسى الارضى لا تتخذ الابرة وضعا عموديا ، بالطبـع ، ولكن بمقدار الابتعاد عن سطح الارض يأخذ تأثيـر اقطاب التمغنط غير المتجانس ينخفض بسرعة ويتحول القطب المغنطيسى الارضى الى قطب مغنطيسى .

ان المرء لا يشعر مباشرة بمفعول المجال المغنطيسى ، الا ان هذا

المجال يلعب دورا هائلا فى الحياة على الارض . فهو بالذات يلتقط الجزيئات المشحونة القوية التى تبثها الشمس والتى تشكل خطرا مميتا على كل ما هو حى . وهذه الجزيئات تقتحم الفضاء القريب من الارض فى منطقة قطبى الارض المغنطيسيين بالذات مغيرة حالـة اليونوسفير فتثير ظهور الشفق القطبى وتؤثر على مسيرة العديد من العمليات الجيوفيزيائية بما فيها الطقس ايضا . واذا كانت مراقبات المجال فى القطبين المغنطيسيين مفيدة بالدرجة الاولى بالنسبة للملاحة البحرية والجوية فى المناطق القطبية ، فان المراقبات فى قطبى الارض المغنطيسيين تتسم بأهمية كبيرة فى دراسة الظواهر الجيوفيزيائية . لذا ، فليس من وليد الصدفة ان تقام محطتان علميتان فى مناطق هذين القطبين : فى الجنوب المحطة السوفييتية «فوستوك» ، وفـى الشمال المحطة الدانمركيـة توليه فى الساحل الشمالى الشرقى من غرينلاند .



الفصل الثانى عشر

كيف نقيس القوة العجيبة ؟

فى البدء بضع معلومات معروفة لدى الجميع عن اول تحليق فضائى فى العالم قام به يورى غاغارين : وزن سفينة «فوستوك» التى حلـّق على متنها ٤٧٢٥ كيلوغراما ؛ مدة التحليق ١٠٨ دقائق ؛ الهبوط فى مكان يبعد ٢٦ كيلومترا الى الجنوب الغربى من مدينة انجلس بمقاطعة ساراتوف . وهذا امر مفهوم لدى الجميع وفى كل مكان . ذلك لانه فى مختلف المدن والبلدان ، اليوم كما فى ١٢ نيسان (ابريل) ١٩٦١ يملك الكيلوغرام وزنا مماثلا ، والدقيقة مدة متساوية ، والكيلومتر مسافة بعينها . او ، كما قد يقول علماء القياس ، فان الوزن والوقت والمسافة تقاس بمقاييس لا تتغير .

ولكن ، هل كان ذلك كذلك دائما ؟ والحال ان الانسان كان يقارن ويحسب ويقيس منذ اقدم العصور . ففى تلك العصور وبعدها بزمن طويل كانت وحدات القياس فظة وبدائية . وغالبا ما كانت تؤخذ من مقاييس الجسم البشرى والاشياء او المقادير التى تصادف يوميا . وتذكـّرنا بذلك مقاييس كالاصبع ، والشبر ، والكف ، والكوع ، والقدم ، والخطوة ، ومسيرة يوم عابر سبيل او مسيرة يوم بحرى .

وطوال زمن مديد كانوا يستخدمون مقاييس متنوعة جدا

9*

واعتباطية من اجل قياس اشياء بعينها . وفى كل بلد ، وفى كل محافظة وولاية، بل وحتى فى كل مدينة كانوا يستخدمون مقاييس خاصة بهـــم . وكان هذا الوضع يعوق تطور التجارة والصناعة والاتصالات العلمية والثقافيـــة لا بين بلدان متفرقة فحسب بل وحتى داخل دولة بعينها .

واذا كانت امثال هذه التعقيدات تصادف لدى قياس ابسط المقادير – الاحجام ، الوزن ، الوقت – التى يتعاطاهـا الانسان دائما على امتداد حياته كلها والتى يعتاد عليهـــا ، فكم كان من الصعب تعلم قياس الظواهر المغنطيسية .

ان ابسط تقييم ، والتقييـم الوحيد فى بادئ الامر ، «لقوة مغنطيسيـــة» المغنطيس ونوعيته كان وزن قطعـة الحديد التى يستطيع هذا المغنطيس رفعها والاستمساك بها .

وكان البحارة وصانعو البوصلات يؤكدون انه بمقدار مـــا يكون المغنطيس اشد قوة بالمعنى الآنف الذكر بمقدار ما يمنح الابرة قوة اكبر لدى تمغنطها وتخدم هذه الابرة مدة اطول وبصورة اوثق فى البوصلة ويلزم «احياؤها» بصورة اندر . وسرعان مـا اكتشفوا ان قوة حجر المغنطيس تزداد الى حد كبير اذا وضعت على قطبيها وصلتان من الحديد اللين . وكان ذلك يسمى تسليح المغنطيس ، اما الوصلتان فقد اصبحتا تدعى تابعـــا او خُفَّين قطبيين لشبههما بكعبى الحذاء . وكانت الوصلتـان والحجر تثبت بواسطة اطار غير ممغنط .

وكانت الوصلتان الحديديتـان تضاعف قوة حجر المغنطيس عشرات المرات . كما كانت قطع المغنطيس القوية موضع اعتزاز لمالكيها . . . وهى كانت فى نفس الوقت تحفـا للفن التشكيلى وغالبا ما كانوا يصنعون اطار المغنطيس المسلح من الذهب او الفضة ويزينونه بزخارف رائعة . . .

ان قوة جاذبية المغنطيس هى ميزة مكشوفة اذا صح القول وتنصاع بسهولة للقياس رغم صعوبة تفسيرهـا . ولكن ، كيف نقيس القوة المغنطيسية للارض ؟ والحال ان المغنطيس ، كما تدل التجربة ، لا ينجذب مغنطيسيـــا الى الارض ، اى لا «يهرع» الى قطبيها المغنطيسيين بل يستدير نحوهمـا فقط . ان هذه القوة

كانت بالنسبة للاكثرية ، قوة الهية وحية ، تماما كتلك التى تدير حركة الاجرام السماوية والتى ندعوها الآن قوة التجاذب . وهذه القوة ، حسب اقوال كوبرنيك صاحب نظرية مركزية العالم حول الشمس ، «ليست سوى طموح طبيعى ، بثته القدرة الالهية فى الاجسام العالمية كلها ، الى الاندماج فى كون واحد متكامل . . .» . ولكن هل الانسان قادر على العموم ادراك كنه العلة الاولى للحركات السماوية ؟

بدد هيلبرت كثيرا ، فى كتابه «فلسفة المغنطيس» ، ضباب المتاهات والخرافات ، وهتك سر الكرة الارضية اذ بيّن انها عبارة عن مغنطيس كبير وتمارس على الارض تأثيرا مماثلا لتأثير المغنطيسات العادية التى اعتاد الانسان على التعامل معها . غير ان هيلبرت لم يستطع فى الوقت نفسه ان يتخلص كليا من النظرة الخاطئة عن طبيعة القوى المغنطيسية اذ كان يعتقد ان هذه الطبيعة «حية او شبيهة بالحية» وان بهذه القوى بالذات يتفسر دوران الارض اليومى وبقاء محورها فى الفضاء : «ان الكرة الارضية تتجه وتدور بصورة مغنطيسية» . وبعد ذلك بقليل ماثل العالم الفلكى الالمانى الشهير يوهان كيبلير مماثلة كاملة بين القوى المغنطيسية وقوى التجاذب . وهو يفسر حركة الكواكب بمغنطيسية الشمس التى تجتذب الكواكب الى الدوران : «اننى اؤكد على ان جرم الشمس مغنطيسى ؛ ان الشمس تدور حول نفسها فى الاتجاه نفسه الذى تدور فيه الكواكب ، غير ان هذا الدوران اسرع بكثير من دوران اى كوكب آخر» .

وفى اواخر القرن السابع عشر اثبت نيوتن العظيم قانون الجاذبية العامة (ظاهرة التجاذب المتبادل للاجسام) : ان جميع الاجسام تتجاذب بقوة متناسبة عكسيا مع مربع المسافات القائمة بينها . وقد تكون القوى المغنطيسية ايضا تخضع لهذا القانون اذا كانت مشابهة لقوى التجاذب ؟ والحال ان المراقبين الثاقبين اكتشفوا فجأة ان اهتزاز الخطّار تحت تأثير قوة الثقل يشبه كثيرا تقلبات الابرة المغنطيسية تحت تأثير مغنطيس موجود قريبا منها او المغنطيس-الارض . وكان العالم الفلكى توبياس ماير اول من تقدم بالفرضية القائلة بان قانون التفاعل بين قطع المغنطيس هو

نفس قانون التجاذب العام . ولكن ، هل كان ذلك هكذا فى واقع الامر ؟ لقدكان اعلان هذا العالم يحتاج الى تحقق اختبارى . وكان الامر يتطلب صنع جهاز بالغ الحساسية لاجل قياس التفاعلات غير المرئية تقريبا بين مختلف المواد .

واتفق ان اخترع هذا الجهاز اخصائى فى . . . متانة المنشآت الضخمة ، عمل مدة طويلة مهندسا عسكريا . ان عمله الاول ، الذى قدمه عام ١٧٧٦ الى الاكاديمية الباريسية والذى جلب له شهرة وسط العلماء ، أطلق عليه تسمية «استاتيكا القناطر» . ولكن عندما اعلنت الاكاديمية فى العام التالى عن مسابقة بشأن افضل تصميم للبوصلة ارسل هذا العالم عملا جديدا ومنح لقاءه جائزة عام ١٧٧٩ . فى هذا العمل اعطى العالم تحليلا لطرائق تعليق ابرة مغنطيسية على رأس حاد ، اما الاحتكاك عليه فقد درسه بواسطة ما يسمى بالاثقال الدوارة . وبعد مرور عامين نال جائزة جديدة من اكاديمية العلوم الفرنسية على افضل عمل يتعلق بدراسة الاحتكاك . وقد حظى هذا العمل بتقدير رفيع للغاية ، وفى العام التالى تم انتخابه عضوا فى الاكاديمية . وفيما بعد ، وطوال بضعة اعوام اجرى تجارب فيزيائية لدراسة تأثير الكهرباء والمغنطيسية على مسافات . وبرهن ، اخيرا ، على ان القوى الكهربائية الاستاتيكية والقوى المغنطيسية ، على السواء ، تخضع لقانون التناسب العكسى لمربع المسافة بين مصدريهما المتناهيى الصغر . واثبت ان المزايا المغنطيسية ليست شيئا ما استثنائيا وان جميع الاجسام فى الطبيعية تملك هذه المزايا عمليا بقدر متفاوت . ولاجل الحصول على نتائج دقيقة استخدم فى احدى الحالات انحراف الابرة المغنطيسية بواسطة اثقاله الدوارة الفريدة فى نوعها ، وفى حالات اخرى اهتزاز الابرة المعلقة افقيا على خيط حريرى رفيع غير مطاطى .

ان اسم مخترع الاثقال الدوارة ، وواضع نظرية الاحتكاك ، وصاحب القوانين الاساسية لعلم الاستاتيكا الكهربائية وعلم الاستاتيكا المغنطيسية معروف الآن لدى الجميع . انه العالم الفرنسى الكبير شارل اوغست كولون .

كان صانعو البوصلات فى القرون الوسطى ، بغية التحقق من

تمغنط الابرة ، يراقبون ذبذباتها . فقد كانت الابرة تعتبر حسنة التمغنط اذا قامت بما لا يقل عن ثلاث ذبذبات فى ٧ ثوان لدى انحرافهـــا بادئ الامر مقدار ٩٠ درجـــة عن دائرة خط الطول المغنطيسى . وكان يحدث ان يتواجد مغنطيس على مقربـــة من البوصلة ، وعند ذلك كانت الابرة تتحرك بصورة اسرع . ومن هنا كان يخطر على البال الاستنتـــاج التالى : ان تردد الذبذبات يتوقف على قوة المجال المغنطيسى ، علما بانه بمقدار ما يكون التردد اكثر يكون المجال اقوى . وبالتالى ، فلدى مقارنة عدد او فترة ذبذبات ابرة بعينها فى اماكن مختلفة من الارض يمكن مقارنة قوة مغنطيسية الارض ايضا . وقد اجريت قياسات مماثلة ، كما هو معلوم ، فى روسيا عام ١٧٦٩ . ومن المؤسف انه لم يتـم اكتشاف فرق ملحوظ فى الذبذبات آنذاك بسبـب عدم دقـــة القياسات .

ولكن ، بعد مرور ثلاثين سنة بيّن غومبولدت بصورة مقنعة ان قوة مجال الارض المغنطيسى تتغير من مكان الى مكان ، علما بان اضعف مجال يوجد فى خط الاستواء المغنطيسى . فعلى سبيل المثال يبلغ عدد ذبذبات الابرة خلال ١٠ دقائق فى باريس ٢٤٥ ، وفى البيرو ٢١١ فقط . وبناء على اقتراح غومبولدت تـم اعتبار شدة المجال فى خط الاستواء المغنطيسى وحدة لقياس كثافة القوة المغنطيسية .

لقد كانت طريقة قياس مجـــال الارض المغنطيسى عن طريق مقارنته بالمجال فى اى مكان معين ما طريقـــة غير مناسبة وغير مضمونة .

واتاحت اعمال كولون ادخـال مفاهيم اساسية تتعلق بالقوى الاستاتيكية المغنطيسية : مجال القوى ، القدرة الكامنة المغنطيسية ، الشدة (التوتر) . واخذت المزايا المغنطيسية تفقد هالتها الفائقة للطبيعة وتكتسب ملامح فيزيائية متزايدة الوضوح . غير ان اتجاه فعل مغنطيسية الارض وحده فقط بقى ، كما فى السابق ، يقاس مباشرة بدرجات الزوايا الاولية والدقائق والثوانى . اما قياس شدة المجال المغنطيسى بقيم مفهومة ومريحة فلم يكونوا يعرفونه بعد .

لم يكونوا يعرفونه الى ان عكف غاوس على دراسة هذه المسألة بصورة مباشرة .

لقد ولع عالم الرياضيـــات والعالم الفلكى هذا ولعا جديـــا بالمغنطيسيـــة ابتداء من النصف الثانى من عام ١٨٣١ بعد ان تقابل مع ويبير الشاب . وخلال بضعة اشهر اصبحت جاهزة لديه الاحكام الاساسية للمؤلف الذى سيحدث انقلابا حقيقيـــا لا فى القياسات المغنطيسية فحسب بل ايضا فى القياسات الفيزيائية بوجه عام .

ففيم تكمن منجزات غاوس فى ميدان القياسات المغنطيسية ؟

لقد حسن غاوس واخترع عددا من الاجهزة المغنطيسية وتوصل الى دقة لا سابق لها فى القياسات . وكان هذا العالم يؤكد : «ان اجهزتى متقنة الآن لدرجة لا تدع المرء يرغب فى افضل منها» . ففى هذه الاجهزة اثبت غاوس مـــرآة صغيرة الى الابرة المغنطيسية المعلقة فى خيط ، وكان يحسب زاويـة انحراف الابرة بواسطة انبوب فلكى ومدرّج يقعان على بعد بضعة امتار من مرآة الابرة .

واثبت غاوس بتجـــارب عديدة ان قانون كولـــون للتفاعل المغنطيسى ، المصاغ بالنسبة للكتل المغنطيسية المتناهية الصغر ، صحيح ايضا بالنسبة للعناصر المغنطيسية ذات المقاييس المعنية . وفى التجارب ، التى ساعد فيها ويبير غاوس بكل حماس ، جرى استخدام «ابر» مختلفة للغاية – ابر بطول ثلث متر تقريبا ووزن يتراوح بين بضعة غرامات واكثر من كيلوغـــرام ! ونظرا لعدم وجود مبنى خاص لذلك وخال من التأثير المضر على نتائج التجارب من جانب قطعة حديد غريبة او تيارات الهواء فقد اجراهـــا هذان العالمان اما فى المرصد الفلكى ، الذى كان غاوس مديرا له منذ عام ١٨٠٧ ، واما فى «غرف سكن صاحب التجارب» .

واخيرا ابتكر غاوس طريقة جديدة لتحديد القوة المغنطيسية . وفى ١٨ شباط (فبراير) ١٨٣٢ كتب الى العالم الفلكى المعروف اولبرس : «اننى اعكف على دراسة مغنطيسيـــة الارض ، وبكلام ادق : على التحديد المطلق لشدتـه» . واضاف ان الشدة يمكن تحديدها كليا بمفاهيم ومقادير معروفـة شبيهة ، مثلا ، بتحديد السرعة بواسطة المسافة والزمن .

لقد كان غاوس يحلل ببساطة رياضية بحت : ان ذبذبات الابرة فى المجال المغنطيسى تربط فيما بين القيم التالية : مجال الارض ، تمغنط الابرة ، فترة اهتزازها ومقاييسها ووزنهـــا . القيم الثلاث الاخيرة تخضع لقياسات عادية . اذن ، توجد معادلة ذات مجهولين متغيرين : المجال وتمغنط الابرة . وبغية معرفة كل واحد منهما ينبغى وضع معادلة مستقلة اخرى من المجهولين المتغيرين نفسهما ، يستخلص غاوس . كيف ؟ ويضيف مقترحا : الى جانب الابرة ، غير المتحركة هذه المرة ، ينبغى تعليق ابرة اخرى على خيط غير مطاطى . فهذه ، الثانية ، تستدير تحت تأثير مجال الارض والتمغنط من الابرة الاولى . نقيس زاوية الاستدارة ونحصل على صلـــــة اضافية بين المجهولين !

واصبح من الممكن الآن تجاهل عدم ثبات مزايا الابرة تجاهلا تاما . وبات يعبَّر عن مجال الارض المغنطيسى بوحدة مفهومة تشمل المليمتر والمليغرام والثانية . لقد وجد غاوس وحدة تساوى : الجذر التربيعى للمقدار

$$\frac{\text{مليغرام}}{\text{مليمتر} \times \text{ثانية مربعة}} .$$

ودعا غاوس طريقته بالطريقة المطلقة ، على النقيض من الطريقة النسبية التى كانت شائعة قبله حيث كانت التوترات فى مختلف الاماكن تقارن فيما بينها لا غير .

لقد كان غاوس ، لدى وضعه نظريته عن مغنطيسية الارض كأنما يشعر مسبقا بانها سوف تغدو مصدرا قويا للمعلومات عن الكثير من الظواهر التى تحدث فى بواطن الارض وبعيـــدا خارج حدودها ، فى الفضاء الكونى !

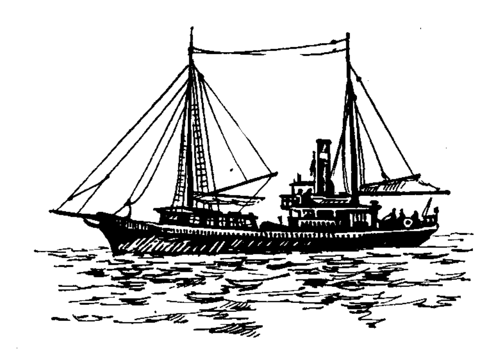
فلدى دراسة المجالات الشذوذية يمكن تحديد شكل واحجام وعمق طبقات مصادر الشذوذات ، الامر الذى يتسم بأهمية كبيرة لدى البحث والتنقيب عن مكان الثروات الطبيعية .

ولدى استقصاء التغيرات التى تحدث على مدى قرون تتوفر للجيوفيزيائيين امكانية التنبؤ بالزلازل . فقد لوحظ انه فى المناطق المعرضة كثيرا للزلازل يختل بشكل قوى قبل حدوث الزلازل السير الرتيب الازلى لمجال الارض المغنطيسى .

وتحليل العواصف المغنطيسية ايضا يجلب فائدة عملية . فلدى مراقبة الاضطرابات المغنطيسية ، ومعهـــا فى آن واحد التيارات الارضية ، يمكن «القاء نظرة» على الطبقات الباطنية للارض وتحديد قابليتها على تمرير التيار الكهربائى ، وتقييـــم الضغط والحرارة هناك ، واستيضاح تركيبها .

وفى فترات النشاط الشمسى ، عندما تنفث الشمس سيولا هائلة من الجزيئات المشحونة ، تندفع «رياح» عاتيـــة من هذا الاشعاع الجسيمى باتجاه الارض وتعكّر يونوسفيرهـــا ، وتؤجج «شعلة» الاشفاق القطبية وتجلب عواصف مغنطيسيـــة الى الارض . وفى هذا الوقت تسمع فى الاثير قرقعـــة وضجيج متواصلان : فيسوء الاتصال الاذاعى او يتوقف كليا . ولكن ذلك ، فى الغالب ، لا يحدث دفعة واحدة بل بعد مرور عدة ساعات على بدء الاضطراب المغنطيسى . ان مجال الارض المغنطيسى هو احد مفاتيح معرفـــة طبيعة الاشفاق القطبية ، وفيزياء البلازما ، والهيدروديناميكا المغنطيسية ، والعمليات الذرية والجزيئية .

حوالى ١٠ سنوات ولع غاوس بدراسة المغنطيسية . ولكن ذلك كان كافيا لتخليد اسمه . فثمة فى القطب المتجمد الجنوبى جبل غاوس ، وثمة نظريات غاوس للقوى المغنطيسية ، وطريقة غاوس المطلقة لتحديد شدة المجال المغنطيسى ، وجهـــاز غاوس لقياس المغنطيس ، والنظام المطلق لوحدات غاوس ، وثمة وحدة التأثير المغنطيسى – غاوس واحد ، واخيرا نظرية غاوس لمغنطيسيـــة الارض .



الفصل الثالث عشر

مصدر الاكتشافات العظيمة

حدث ذلك في ١٥ شباط (فبراير) ١٨٢٠ .

كان هانس كريستيان ارستيد ، استاذ الفيزياء في جامعة كوبنهاغن ، يلقي محاضرة عن الكهرباء والمغنطيسية . وكان امامه على طاولة المختبر جهاز بسيط لاجل عرض التجارب . وتجمع حوله الطلاب محبو الاستطلاع . وجمع الاستاذ الخزان الكهربائي وسلك التوصيل في دائرة كهربائية بسيطة . وعندما قفل الدائرة لاحظ احد الطلاب النبهاء باندهاش ان ابرة البوصلة ، التي كانت موجودة بالصدفة الى جانب السلك ، ارتجفت قليلا واستدارت . لقد اثر التيار الكهربائي دون شك على الابرة المغنطيسية ! تلك هي الصلة بين الظواهر الكهربائية والمغنطيسية ، التي بحثت عنها طويلا دون جدوى ادمغة اوروبا البارزة !

تلك كانت ، كما يؤكد المؤرخون ، بداية ولادة الاكتشاف العظيم الذي سرعان ما احدث انقلابا حقيقيا في الفيزياء .

وعاود ارستيد التجربة بجهاز اشد قوة . وقرّب السلك الحاوي على الكهرباء من البوصلة في خط مواز لابرتها ورأى ان هذه الابرة ، رغم تأثير الارض ، تنحرف عن وضعها الطبيعي .

واسرع ارستيد الى الكتابة عن ذلك لكي يطلع الجميع على اكتشافه . وفي اواخر صيف عام ١٨٢٠ ارسل الى العلماء المشهورين

وهيئات تحرير المجلات والجمعيات العلمية بحثا مقتضبا باللغة اللاتينية بعنوان «تجارب تتعلق بتأثير التيار الكهربائى على الابرة المغنطيسية» . لقد كان ذلك كراسا من ٤ صفحات فقط يحمل تاريخ ٢١ تموز (يوليو) ١٨٢٠ . وبعد قليل هز هذا الكراس الاوساط العلمية كلها : واخذ الجميع بشكل محموم يكررون تجارب ارستيد .

وقام ارستيد باستقصاء الصلة بين الكهرباء وبين الحرارة ، والضوء ، والصوت . وكان فى عام ١٨١٢ قد وضع نصب عينيه مهمة اخرى هى : «. . . الاستيضاح بواسطة التجربة ما اذا كانت الكهرباء ، فى حالتها الاكثر غموضا ، لا تمارس بالفعل اى تأثير على المغنطيس كمغنطيس» . ويقال ان ارستيد كان يحمل دائما فى جيب سترته بوصلة لكيلا ينسى التفكير بهذه المسألة .

تنبغى الاشارة الى ان علم القرون الوسطى لم يكن تنقصه التفسيرات المختلفة للتشابه بين الظواهر الكهربائية والمغنطيسية . ومن المؤسف انها كانت جميعا تستند الى الافكار القديمة للمدرسة الاسكولاستيكية ذات الادراك الساذج لظواهر الطبيعة ، هذه المدرسة التى تستبعد التجربة كحجة للبرهنة على ما يصدر من آراء . وها ان اسلوبا جديدا للانتاج ، الاسلوب الرأسمالى بما فيه من تطوير لا سابق له للقوى المنتجة ، بدأ يشق طريقا له فى المجتمع الاقطاعى . وجلب معه كمية كبيرة من المواد العملية ، واخذ يغدو واضحا للاشخاص الطليعيين انه يمكن ان يكون علما حقيقيا فقط ذلك العلم الذى يتطابق مع عمليات المراقبة ومع تعميماتها . وراحت تظهر كثرة من الاختراعات والاكتشافات فى الميكانيكا والكيمياء والفيزياء . وعلى الرغم من ان العلماء كانوا لا يزالون اسرى المفاهيم التقليدية فقد كان المرء يشعر بانهم يسيرون فى الطريق الصائب نحو فض الكثير من الغاز الطبيعة ، بما فيها الغاز الكهرباء والمغنطيسية .

فالاميركى بنيامين فرنكلين ، لدى دراسته الشرارة البسيطة المنطلقة من علبة مكهربة ، والصواعق السماوية الهائلة التى تخترق السماء برعد رهيب ، يرى وجود تشابه فيما بينهما . ويستنتج : «ان المادة الكهربائية» تماثل «مادة الصاعقة» ! وفى عام ١٧٥٧ القى الاكاديمي ابينوس من بطرسبورغ محاضرة فى الاكاديمية عنوانها

«حول الشبه بين القوة الكهربائية والقوة المغنطيسية» . وقد دار الحديث فيها ، بالطبع ، حول قوة الكهرباء الاستاتيكية ، الثابتة ، اى الشحنات التى تتراكم ، مثلا ، فى قطعة من الكهرمان او الزجاج . ولم يكونوا يعرفون بعد الكهرباء «السائلة» ، المتحركة دون انقطاع . وفى عام ١٨٠٠ اخترع العالم الايطالى فولطا «خزانا كهربائيا» خاصا به ، وهو مصدر قوى لهذه الكهرباء الجديدة ، الدينامية . وسرعان ما انتشر خزان فولطا وبطارياته انتشارا واسعا .

لقد كان يوجد الآن ، كما يبدو ، كل ما هو ضرورى لاجل ادراك الصلة الخفية بين «السائل» الكهربائى و«السائل» المغنطيسى . وكان يكفى مراقبة ابرة البوصلة بكل انتباه . وفى عام ١٨٠٢ كان العالم الفيزيائى الايطالى جان دومينيكو رومانيوزى يقف على قاب قوسين من الاكتشاف . فقد رأى ان الابرة المغنطيسية ، اذ تقرّب من الخزان الكهربائى ، تنحرف بعض الشىء . ومن دواعى الاسف ان ذلك لم يكن يحدث دائما . لذا فقد كان من السهل اعتبار ذلك من باب الصدفة . ولم يستطع رومانيوزى ان يدرك ان الابرة «تنتعش» لا من مجرد قربها من الخزان الكهربائى ، بل فقط عندما يمر التيار عبرها . وفوق ذلك لم يستطع ان يعلم ان ردة فعل الابرة تلاحظ فقط لدى وجودها فى وضع معين بالنسبة للسلك ناقل التيـار . وبالاجمال لم يعر رومانيوزى اهتماما خاصا لمراقباته . وكذلك الامر ايضا بالنسبة للكيميائى البريطانى المشهـــور همفرى دايفى الذى تسنى له بعد مرور بضع سنوات ان يثبت ان المغنطيس القوى قادر على حرف القوس الكهربائى (الفولطى) . ويبدو ان هذه التجارب اجريت قبل اوانها بعض الشىء . ان ساعة الاكتشاف الحقيقى لم تكن قد حلت بعد .

فى عام ١٨٢٠ فقط اجرى ارستيد تجربة مدروسة وهادفة . فقد سمع ، بطبيعة الحال ، ان الصاعقة ، اذ تنقض على مقربة من اشياء حديدية او فولاذية ، تمارس عليها تأثيرا عجيبا . وكانت السجلات البحرية لتلك الازمنة غالبا ما تتحدث عن حالات تثير فيها الصاعقة «الارتباك» لدى البوصلات . وكان يحدث ان تقضى الصاعقة كليا على تمغنط ابر البوصلات ، بل تغيره احيانا لدرجة ان البوصلة تصبح تشير ، بدلا من الشمال ، الى الغرب او الشرق ، مثلا ، وحتى الى

الجنوب : فقد كان قطبا الابرة يتبادلان مكانهمـــا . والادوات غير الممغنطة سابقا كانت ، بعد انقضاض الصاعقة عليها ، تصبح شديدة التمغنط . ان الصاعقة ، التي هي بلاشك تجل «للمادة الكهربائية» ، تفعل ما يفعله المغنطيس . اذن ، فهي تولّد «مادة مغنطيسية» ايضا ، اى انه ينبغى على الكهرباء ان تؤثر على الابرة المغنطيسية كما يؤثر عليها المغنطيس العادى . يبقى شرح ذلك بواسطة التجربة .

وبلمح البصر قدّرت الاوساط العلميـــة الاوروبية اكتشاف ارستيد . وانهالـت التشاريف عليـه كالمطر الذهبى من جميـع النواحى . وواصل ابحاثه العلمية بكل نشاط وعناد . وتوفى عام ١٨٥١ .

واخذ نبأ الاكتشاف ينتشر فى اوروبا كالتفاعل المتسلسل . وفى اواخر صيف ١٨٢٠ اخـذ اوغست دى لا ريف يعرض تجارب ارستيد فى جنيف فى مؤتمر علماء الطبيعة والاطباء . واراغو ، الذى كان حاضرا ، اصيب بالذهول . وعاد الى باريس واطلع الاكاديمية على ذلك على الفور .

واستمع اليه هنرى-مارى امبير وقد جمدت الدماء فى عروقه . على الرغم من ان امبير كان منتخبا فى عداد «الخالدين» ، هكذا كان يدعى الاكاديميون آنذاك فى فرنســـا ، لقاء نجاحاته فى ميدان الرياضيات والكيمياء ، فلم يكن بوسعه ان يبقى فى منأى عن بابى الفيزياء الاكثر اثارة للاهتمام : الكهرباء والمغنطيسية . فهو ، شأنه شأن ارستيد ، كان سنوات طويلة يمعن الفكر فى الصلة القائمة بين هذه الظواهر غير الاعتيادية ، ويبحث عنهـــا . والآن فهم امبير ، اخيرا ، ماذا ينبغى عليه ان يفعل .

بعد مرور اسبوع ، فى ١١ ايلول (سبتمبر) قام اراغو ، بناء على طلب اعضاء الاكاديمية ، بتكرار تجارب ارستيـــد . وفى ١٨ ايلول قرر امبير التقدم بتفسيره الخاص للكهرمغنطيسية . وجاء فى خلاصة تقريره : «لقد وضعت وصفا للاجهزة التى انوى صنعها ، ومن بينها اللوالب الغلفانية . واعربت عن فكرة تقول انه يجب على هذه الاخيرة ان تعطى فى جميع الحالات المفعول نفسه الذى يعطيـــه المغنطيس . . . لقد ارجعت جميع الظواهر المغنطيسية الى المفاعيل الكهربائية البحت» . فكرة عبقرية ! وفى الاجتماع التالى ، فى ٢٥

ايلول ، اثبت امبير هذه الفكرة بتجارب رائعة . وانبأ «عن الواقع الجديد للتجاذب والتنافر بين تيارين كهربائيين بدون مشاركة اى مغنطيس كان . . .» ! لقد كان اكتشاف التفاعل بين التيارات اكبر اهمية بكثير من اكتشاف ارستيد .

هكذا تمت البرهنة على ان التيار يملك مزايا المغنطيس . ولكن ، هل يعنى ذلك ان مجال الارض المغنطيسى يجب ان يؤثر على السلك الكهربائى كما يؤثر على ابرة المغنطيس ؟ وابتكر امبير تجربة دقيقة جدا وشاهد بدهشة ان السلك البلاتينى المكهرب يذعن لتأثير مغنطيسية الارض ! وفى ٣٠ تشرين الاول (اكتوبر) ابلغ الاكاديمية ان اللولب ناقل التيار يتخذ فى مجال الارض المغنطيسى الاتجاه نفسه الذى تتخذه ابرة البوصلة !

وفى الجلسة نفسها بتاريخ ٣٠ تشرين الاول قدم جان باتيست بيو تقريرا ايضا . فقد درس ، بمعية فيلكس سافار شدة المجال المغنطيسى لتيار طويل مستقيم . وقد اثبتا ، وهما يراقبان اهتزاز الابرة المغنطيسية فى مسافات مختلفة عن السلك ، ان «التأثير الكامل لسلك التوصيل على اى عنصر مغنطيسى ، سواء أكان جنوبيا او شماليا ، متناسب تناسب عكسيا مع المسافة المستقيمة الممتدة من هذا العنصر حتى السلك» . وفى وقت لاحق قام لابلاس بتعميم هذا القانون الذى اطلق عليه تسمية قانون بيو - سافار - لابلاس .

وواصل امبير ايضا اجراء تجارب جديدة وجديدة بالاسلاك والابر المغنطيسية . وبذل جهده لوضع نتائج تجاربه فى صيغ رياضية دقيقة . وحاول امبير صياغة قانون عام عن القوة الميكانيكية التى تؤثر على السلك ، ايا كان شكله ، فى المجال المغنطيسى . وقد تسنى له ذلك . وبات قانون امبير اساس كل الديناميكا الكهربائية . هكذا دعا هذا العالم الباب الجديد الكهرباء الذى يشمل ما اكتشفه من تفاعل بين التيارات وتأثير التيار على المغنطيس .

وكان اراغو اول عالم فرنسى يلاحظ على الفور ، وهو يكرر تجربة ارستيد الرائعة ، ان التيار لا يؤثر فقط على الابرة المغنطيسية بل يمغنط ايضا البرادة الحديدية . وواصل اراغو دراسة التمغنط بالتيار . ونصحه امبير ان يستخدم لا سلكا بسيطا بل ملفا لولبيا مكهربا ، فيكون التأثير اشد قوة . وفى ٢٥ ايلول

(سبتمبر) ١٨٢٠ عرض اراغو تمغنط ابرة فولاذية موضوعة داخل انبوب زجاجى ملفوف عليه سلك . لقد تم اكتشاف مبدأ المغنطيس الكهربائى ! ومما له دلالته ان ذلك توافق زمنيا ، اذا جاز القول ، مع يوم ميلاد الديناميكا الكهربائية ، اليوم الذى عرض فيه امبير لاول مرة تجارب على التفاعل بين التيارات الكهربائية .

لم يكن امرا سهلا الانتقال من تجربة اراغو البسيطة للغاية بالابرة الفولاذية فى ملف لولبى الى اكتشاف ان القضيب الحديدى المحاط بلفيفة يمكن ان يتحول الى مغنطيس قوى . وقد تطلّب هذا الانتقال خمس سنوات من الزمن . وقام بذلك العالم البريطانى وليام ستيرجن الذى صنع اول كهرمغنطيس فى العالم ، وهو عبارة عن قضيب حديدى مطلى بالورنيش على شكل حدوة قطرها ١,٣ سم وطولها ٣٠ سم . وقد لفت على القضيب طبقة من سلك نحاسى غير معزول موصول ببطارية . وقد احدث كهرمغنطيس ستيرجن انطباعا شديدا : فرغم وزنه الصغير (٢٠٠ غرام) كان يستطيع رفع ٣٦٠٠ غرام . ثم جرى تحسين الكهرمغنطيس بوتائر سريعة . وبعد مرور ١٠–١٥ سنة ظهرت كهرمغنطيسات تستطيع رفع مئات وآلاف الكيلوغرامات !

وحظى بنفس التطور الجامح اختراع آخر اولده اكتشاف ارستيد ، وهو التلغراف الكهرمغنطيسى .

ان جميع الذين تعاملوا مع المغنطيس كانوا يعلمون ان تأثيره ينتشر بحرية عبر اية اجسام وعقبات غير مغنطيسية . وكان السؤال التالى يطرح نفسه : أليس بالامكان ، يا ترى ، اقامة اتصال عبر الفضاء بواسطة التأثير المغنطيسى ؟ وعلى امتداد اكثر من مائتى سنة قبل ارستيد لم يتخل المبتكرون العنيدون عن محاولات تحقيق هذا الاتصال . ولكن جميع اقتراحاتهم كانت ، فى اكثريتها ، ساذجة .

وبظهور اكتشاف ارستيد برزت مقدمات فعلية لاقامة اتصال على مسافات بعيدة . وقد اعرب امبير لاول مرة عن فكرة هذا الاتصال فى جلسة الاكاديمية بتاريخ ٢٣ تشرين الاول (اكتوبر) ١٨٢٠ . وكان يحلل بكل بساطة على النحو التالى : اذا كانت الكهرباء تؤثر على الابرة وتنتقل عبر الاسلاك فيمكن «. . . بواسطة عدد من الاسلاك ، يساوي عدد احرف الابجدية ، وعنصر غلفاني قائم بعيدا

عن الابر وموصول حسب الرغبة باية اطراف اسلاك تريد ، اقامة ما يشبه التلغراف الذى يمكن بواسطته نقل كلمات وعبارات الى اية مسافة وعبر اية حواجز كانت» .

ولكن هذا المخطط البدائى لم يتم تحقيقه نظرا لتعقده : فقد كان يلزم خط منفرد لكل حرف بينما لم تكن توجد بعد آنذاك اسلاك مكسوّة . وفى عام ١٨٢٤ اعلن العالم الرياضى والفيزيائى البريطانى بيتر بارلو ، بعد اجراء عدد من التجارب ، انه اقتنع باستحالة تحقيق التلغراف الكهرمغنطيسى . وصرح عالم فيزيائى آخر هو وليام ريتشى بانه سيكون بامكانه تأمين الاتصال التلغرافى لمسافة مئات الاميال . غير ان المستوى العلمى التكنيكى لاختراعات بارلو وريتشى لم يكن مرتفعا بعد . اما التلغراف الكهرمغنطيسى الصالح عمليا فقد كان مقدرا للعالم الروسى البارز البارون بافل سيلنغ ان يخترعه .

كانت جهود شيلنغ منصبّة ، فى آن واحد ، على اتقان قطع منفردة ، وعلى تبسيط اللوحات التخطيطية ، وعلى وضع رموز برقية (تلغرافية) . وقد اختار عنصرا اساسيا لتلغرافه جهازا يربطون صنعه باسم يوهان شفايغر الذى اكتشف ، وهو يواصل تجارب ارستيد ، ان حساسية الابرة المغنطيسية تجاه التيار تزداد مرات عديدة اذا احيطت بسلك لولبى . وفى اواخر عام ١٨٢٠ انشأ جهازا مضاعفا يسمح باكتشاف تيارات ضعيفة جدا ، وهو عبارة عن ابرة فى بكرة متعددة الفتلات .

وفى عام ١٨٢٩ انهى شيلنغ عمله فى وضع تلغراف من تصميمه ، وفى نهاية العام التالى جرى فى شقته بمدينة بطرسبورغ اول عرض علنى لاختراعه . وكان جهاز الاشارات فيه يتألف من ٦ مضاعفات . وكانت ابرها معلقة على خيوط حريرية عمودية كانت مثبتة عليها كذلك حلقات خفيفة الوزن مطلية ، من جهة باللون الابيض ، ومن الجهة الاخرى ، باللون الاسود . وكان النبأ فى هذا التلغراف يُنقل بواسطة مصطلح بسيط جدا وضعه صاحب الاختراع . فمن اجل بث حرف ما ، مثلا ، كان يكفى تشغيل مضاعف او مضاعفين . ولدى ذلك كانت حلقاتهما تستدير نحو المراقب بلون معين .

واخذ يجرى العمل دون انقطاع على تحسين تصميم الاجهزة التلغرافية الكهرمغنطيسية الاولى . وراحت تحل محل المضاعفات

الضعيفة وغير المأمونة كثيرا آليات كهرمغنطيسية قوية . وفى مختلف البلدان اخذ العلماء والمخترعون يضعون انظمة جديدة وجديدة لاجهزة التلغراف : ففى روسيا تعاطى ذلك بصورة ناجحة العالـم الفيزيائى والكهرتكنيكـــى المعروف ياكوبى ، وفى انجلترا كوك وونستون ، وفى فرنسا بريغيه ، وفى المانيا سيمنس ، واخيرا فى اميركا مورس . ولفّت العالم شبكة من الاسلاك التلغرافية . وعند اواخر خمسينات القرن التاسع عشر بلغ طول الخطوط البرقية عشرات عديدة من آلاف الكيلومترات . وفى عام ١٨٦٦ جرى مد اول خط اتصال برقى تحت الماء بين قارتى اوروبا واميركا الشمالية . وسوف تمر مائة سنة اخرى وتتغلغل الخطوط غير المرئية لهذا الاتصال الى الفضاء الكونى .

وكل ذلك بفضل الابرة المغنطيسية الخيّرة .

بل وليس هذا وحده فحسب . فهذه البوصلة الصغيرة تبقى «لب» الكثير من اجهزة قياس عناصر مجال الارض المغنطيسى ، واجراء عمليات تنقيب مغنطيسية ، ودراسة المزايا المغنطيسية للاشياء .

وفى عام ١٨٢١ قام العالم المعروف مايكل فاراداى ، وهو فى الثلاثين من العمر ، بالاكتشاف الاول من اكتشافاته المثيرة للدهشة ، التى بفضلها سيوضع اسمه فيما بعد الى جانب اسماء مشاهير علماء بريطانيا : نيوتن ، ماكسويل ، تومسون ، ريزرفورد . . . جهاز بسيط صنعه هو : قطعة من سلك نحاسى مكهرب يدور باستمرار حول قضيب مغنطيس فى كأس فضية تحتوى على الزئبق ، يحركها التفاعـــل غير المرئى بين قوتى الطبيعـــة العظيمتين الكهرباء والمغنطيسية ، وهذه «اللعبة» العجيبة كانت اول محرك كهربائى فى العالم !

وبعد مرور عامين وضع فاراداى نصب عينيه مهمـــة جديدة : «تحويل المغنطيسية الى كهرباء» ! ولما يمض شهر تشرين الاول (اكتوبر) ١٨٣١ حتى حقق تجربته الظافرة التى اكتشف منهـــا ، اخيرا ، كيفية «الحصول على الكهرباء من المغنطيسية العاديـــة» . فالكهرباء تنشأ فى لولب مغلق فى كل مرة يجرى فيها ادخال قضيب مغنطيسى الى داخل اللولب او اخراجه منه بحركة سريعة . ان الكهرباء تولد بالحركة فقط ! ولا يهم ما اذا كان المغنطيس يتحرك بالنسبة

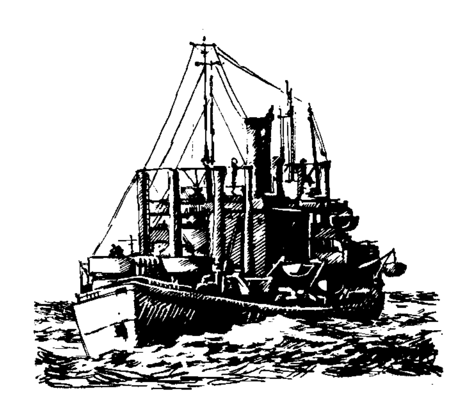
لسلك ثابت، ام على العكس ، يتحرك السلك بينما المغنطيس ثابت .

واذ ادرك فاراداى فى الحال بصورة صحيحة مبدأ الحصول على الكهرباء من المغنطيس قام خلال بضعة ايام بصنع جهـــاز جديد : قرص نحاسى بين قطبى مغنطيس على شكل حدوة . فلدى دوران القرص كان يمكن التقاط التوتر الكهربائى بواسطـــــة ملامسات منزلقة . ان هذا الجهاز البدائى كان اول مولّد كهربائى !

ان الاكتشافات العظيمة فى عشرينات وثلاثينات القرن التاسع عشر ، التى مردها الى ملاحظة ارستيد الرائعة ، لم ترس فقط اسس علم الهندسة الكهربائية والاستخدام العملى للكهرباء . فقد مارست تأثيرا هائلا على كل علم الفيزياء . فلولا اعمال الرائدين الاولين ، ولولا افكار فاراداى الفيزيائية العبقرية التى اثبتها هو نفسه بأنبغ الاكتشافات فى حقل الكهرمغنطيسية ، لما كانت ايضا نظرية ماكسويل عن المجال الكهرمغنطيسى ، ولما كانت الاذاعـــــة والتلفزيون ، والتلغراف والتلفون ، والاتمتة الكهربائية والالكترونيات ، والكثير غيرها .

وفى النصف الثانى ايضـــا من القرن الماضى واصلت الابرة المغنطيسية اكتشاف صفحات جديدة فى الفيزياء .

وقد ابدى احد اعظم الادمغة فى جميع العصور البرت اينشتاين اعجابه الشديد بالبوصلة ، ويؤكد كتاب سيرة حياته ان معاينة ابرة البوصلة عينت الى حد بعيد اتجاه التطور الروحى له فى الطفولة ومارست تأثيرا شديدا على المصير العلمى لمستقبله .



الفصل الرابع عشر

مرض خبيث

لقد كان جهل المزايا الحقيقية للمغنطيسية سببا فى ان اكثرية الاشخاص غير البحريين كانوا ، فى غضون قرون عديدة ، ينظرون الى البوصلة بأعين شعراء ، نظرتهم الى جهاز ما عجيب لا يخطئ . اما لدى البحارة فقد كانت توجد نظرتان : بعضهم كانوا لا يعيرون البوصلة اهتماما تقريبا ويتكلون على المرجاس والحيطة لكى يتحاشوا الصخور المهلكة وضحالة المياه ؛ وواصل آخرون محض الثقة لهذا المرشد .

غير ان التجربة كانت تعلّم انه لا يجوز الثقة كليا بالبوصلة حتى وان كنت تعرف جيدا منطقة الابحار والقدر الحقيقى للميل المغنطيسى .

ان خطأ البوصلة ، الذى يتوقف عليه امن الملاحة ، كان يمكن ملاحظته فقط لدى وجود معلومات موثوق بصحتها عن قدر الميل وقياسه المضبوط . وكانت مسائل تحديد الميل بالذات تعار اهمية كبيرة فى جميع الاساطيل .

ولكن ، بمقدار ما كان البحارة يراقبون الابرة باهتمام اكبر كانوا يلاحظون مزيدا من الغرائب فى تصرفها . ولم يكن امرا بسيطا فهم جوهر اخطاء البوصلة . فأى جزء من هذه الاخطاء يعود لى الميل ؟ واى جزء منها يجرى بسبب عدم كمال هذا الجهاز نفسه ؟ واى جزء

يحدث بسبب الادوات الحديدية الموجودة فى السفينة ؟ والامر الأهم : كيف التخلص من هذه الاخيرة ؟

لم تكن مزايا المغنطيسية مفهومة كثيرا آنذاك ، لذا فقد كانوا يسعون لحماية البوصلة من التأثيرات الخارجية ، ولكن : كيف ؟ وبأية مادة ؟

وهذه المادة - القنب - كانت دائما فى متناول اليد فى السفينة . وعندما كانوا يريدون تدقيق خط سير السفينة او تسجيل السواحل كانوا يغطون بهذا القماش بالذات الاشياء الحديدية القريبة من البوصلات . وعندما لم يكن هذا القماش موجودا كان يستخدمون المعاطف والالبسة . . .

وكان يحدث ان تسلك البوصلة سلوكا غريبا بدون اسباب مرئية ، حتى لدى عدم وجود حديد على مقربة منها . ففى عام ١٦٦٦ لاحظ العالم الهيدروغرافى الفرنسى دينى ان البوصلة تشير بصورة مختلفة فى مختلف اماكن السفينة . غير ان التصرفات الغريبة للابرة المغنطيسية ظهرت بوضوح خاص فى رحلات كوك التى كانت مزودة باجهزة رائعة بالنسبة لذلك الزمن . ففى الرحلة الاولى اكتشف كوك ان تأثيرات البوصلات السمتية الاربع للاسطى المشهور نايت تختلف عن بعضها البعض مقدار ١,٥ درجة ، علما بان بوصلة بعينها كانت ، فى ظروف مماثلة لدى المراقبة فى مكان بعينه فى ساعة بعينها ولكن فى ايام مختلفة ، تسلك سلوكا مغايرا .

وفى رحلة كوك الثانية تكررت غرائب البوصلة . ففى مساء ٢٢ تموز (يوليو) ١٧٧٢ كان الميل يساوى ٢٤ درجة و٥٠ دقيقة ، بينما كان فى صباح اليوم التالى وفى المكان نفسه ١٩ درجة و٢٢ دقيقة فقط ، اى كان يختلف مقدار ٥ درجات و٥ دقائق . وهو فرق كبير كان يثير الحيرة والارتباك .

وفى ٦ شباط (فبراير) ١٧٧٣ لاحظوا مرة اخرى السلوك الغريب للبوصلات . فقد اكتشفوا ، وهم يناورون فى مكان بعينه ، ان . . . الشمس تؤثر بطريقة ما على الميل المغنطيسى للابرة ! وورد فى سجل السفينة : «اثناء عمليات المراقبة لاحظنا انه عندما تكون الشمس فى الجهة اليمنى يقل الانحراف ، وعندما تكون فى الجهة اليسرى يزداد الى اقصى حد ممكن . وليست تلك المرة الاولى التى

نلاحظ فيها هذه الظاهرة التى لا نستطيع تفسيرها» . بل وكيف كان يمكن تفسيرها اذا كانت حتى اكثرية الضباط البحريين المثقفين جدا من الناحية العلمية لا تملك تصورا واضحا عن المبادئ الرئيسية للمغنطيسية ولا للميكانيكا ، وكانت فى احيان كثيرة تعتبر ان اخطاء البوصلة ، غير المتوقعة وغير المفهومة ، مردها الى تقلبات الطقس . اما فيما يتعلق باشتباه تأثير الشمس على تأشيرات البوصلة فلم يكن كوك وحيدا فى ذلك .

وكان العالم الفلكى وولس ، مرافق كوك فى رحلته ، قد لاحظ اختلاف تأشيرات البوصلات فى مختلف السفن الموجودة فى مكان بعينه . وهو اول من نسب اختلاف هذه التأشيرات لا لعمل البوصلات السيئ بل الى اسباب اخرى تكمن فى الصلة القريبة بين اتجاه السفينة ودائرة الطول . غير ان هذا الاكتشاف الجديد بقى طى النسيان مدة طويلة .

واصبحوا يطلقون تسمية الانحراف على ميل ابرة البوصلة عن دائرة الطول المغنطيسية .

وفى عام ١٨٠١ قام القبطان البريطانى فليندرز بأول ابحاث منتظمة ودقيقة حول «مرض» البوصلات ، اثناء رحلته البحرية الشهيرة الى اوستراليا . فقد توصل فليندرز الى استنتاج هام مفاده ان الانحراف يحدث من جراء تأثير **كل** حديد السفينة (وليس فقط القريب) على البوصلة . وشرح فليندرز تغير الانحراف بان الحديد يكتسب ، فى مختلف خطوط سير السفينة ، تمغنطا مختلفا من مجال الارض المغنطيسى . وهو اول من اقترح صيغة لحساب خطأ البوصلة الانحرافى ، كما ابتكر ايضا طريقة للقضاء عليه . وفى رأيه ان الانحراف يمكن ان يقضى على نفسه بنفسه اذا وجدنا للبوصلة مكانا فى السفينة يكون فيه الحديد محيطا بالبوصلة «بصورة متساوية» ، اى حيث تكون افعال جميع الكتل الحديدية للسفينة متعادلة فيما بينها .

وواصل القبطان فليندرز معالجة افكاره . واقترح جملة من القواعد التى ينبغى اتباعها فى السفينة قبل الابحار واثناء الملاحة بغية تقليص تأثير الانحراف على صواب قيادة السفينة .

اذن ، ان فليندرز لم يضع فقط تشخيصا اوليا لمرض البوصلة

الخطير بل وجد المصدر الرئيسى لهذا المرض . ولكن الامر تطلّب سنوات وسنوات قبل الالمـــــام العميق فى جوهر هذا التشخيص وآليته ، اذا صح التعبير . . .

وفى اعوام ١٨١٥–١٨١٧ اقتنع وليام سكورسبى ، وهو يبحر عند سواحل غرينلاند وشبيتسبرهن ، بان الانحراف لا يتوافق مع نظرية فليندرز . ووضع صيغا خاصة به لحساب الانحراف ، واقترح لاجل القضاء عليه نصب البوصلة فى اعلى الصارية حيث يتلاشى تأثير الحديد .

وكان الانحراف واحدا من اهم مواضيع البحث فى رحلة روس الاكبر عام ١٨١٨ ، التى اشترك فيها سابين وبارى . وكان روس يعتبر من واجبه ان يجد «بالتجربة قاعدة عامة وثابتة لاجل اكتشاف المصدر الحقيقى للانحراف فى كل زمان وكل مكان وفى شتى الاحوال والاعتبارات» . ووضع روس وسابين ، كل على حدة ، بحثا فى هذا الموضوع . وكان الاستنتاج العام كما يلى : ان نظرية فيلندرز ، اذا كانت قابلة للاستخدام ، فهى لا تصلح فى كــــل مكان . فقد بينت التجارب ان الانحراف فى خليج بافين كان يبلغ غالبا ٥٠–٦٠ درجة ، بينما يجب عليه حسب قواعد فليندرز ان يبلغ ١٥ درجة فقط .

واكد روس ، وهو محق فى ذلك بلا شك ، ان لكل سفينـــة «طابعها المغنطيسى» ، وبالتالى ، خصائص انحراف ملازمة لهــــا . ولكنه ، من جهة اخرى ، اخطأ حين اعلن بتسرع انه يستحيــــل ايجاد قاعدة عامة لاجل حساب خطأ الميل .

ولم يوافق ليفينورن على اقوال روس . وحاول ان يبرهن على ان اخطاء الميل الكبيرة تحدث لا بسبب حديد السفينة فقط . واكد على ان ضفاف خليج بافين يحتوى على الكثير من خامات الحديد ، ولذا فهى تؤثر ايضا على ابرة البوصلة . لقد كان ليفيورن ، بلا شك ، قريبا من الحقيقة فى شىء آخر . فهو يقول : ليس كل خطأ فى الميل انحراف . واغلب الظن ان جزءا من هذا الميل يتفسر بالقرابة مـن القطب . وموقع هذا القطب الدقيق لم يكن معروفا بعد ، ولذا فقد تحدث فى هذه المنطقة عدم دقة فى اتجاه دائرة الطول المغنطيسية .

على الرغم من ان عمليات المراقبة فى بعثة روس لم تقدم شيئا جديدا يذكر الى نظرية خطأ الميل فقد كانت مع ذلك خطوة ما الى امام

لانها اجريت بادوات ممتازة ، والامر الاهم انها لفتت انتباه الباحثين الجدد .

واذا كان يستحيل ، كما يؤكد روس ، ايجاد قاعدة عامة لحساب الانحراف فقد كان ينبغي البحث ولو عن قواعد جزئيـــة او ابتكار طرائق للقضاء على هذا الخطأ الضار . واستصغار هذا الخطأ كان يهدد البحارة بأوخم العواقب .

في بداية عشرينات القرن التاسع عشر تَبَيَّن توماس يونغ ، سكرتير المجلس البريطاني لخط الطول ومدير نشرة «التقويـــم البحرى» ، التأثير الذى تمارسه على البوصلة مغنطيسية السفينـــة المتأتية من المركّبة الافقية لمجال الارض المغنطيسى . فى السابق لم يكن احد يعير هذه المغنطيسية اهتماما . وكان الدكتور يونغ اول من ادرك ايضا انه يوجد نوعان من الحديد : القاسى واللّيّن (حسب المصطلح العصرى : المغنطيسى القاسى والمغنطيسى اللين) يؤثران على البوصلة كل على طريقته . فالحديد القاسى ، بعد تمغنطـــه ، يحافظ على مغنطيسته بصورة دائمة مثل ابرة البوصلة ، اما الحديد اللين فيغير هذه المغنطيسية طبقا للمجال المغنطيسى الخارجى ، وعندما يزول هذا المجال يفقد الحديد اللين فى الحال تمغنطـــه المكتسب . وهذا التقسيم للمواد المغنطيسية يعتبر اساس النظرية الحديثة لمغنطيسية السفن . غير ان اكتشاف يونغ الهام هذا لم يلاحظه معظم معاصريه . واستنادا الى التجارب التى اجراها على سفينة «ايزابيلا» وضع يونغ صيغة وجدولا يمكن بواسطتهما ايجاد القيمة التقريبية للانحراف .

وفى الاسطول الروسى بدأوا منذ زمن بعيد ايضـــا يلاحظون الانحراف ، حتى منذ القرن الثامن عشر . وكان الكثيرون من الضباط البحريين يرون ان البوصلات ، التى سبق التحقق من دقتها على الشاطئ وفق دائرة الطول الجغرافية ، تغيّر الميل لدى نقلها الى السفينة ، علما بانها كانت تشير بصورة مختلفة فى اماكن مختلفة من السفينة . وكانت هذه الاختلافات تنسب بحق الى فعل الحديد الموجود فى السفينة على مقربة من البوصلة .

وفى عام ١٨١٧ لاحظ الفريق البحرى كروون ، لدى الابحار من كرونشتادت الى المانش ، وجود خطأ كبير فى تأشيرات البوصلات

فى سفن الاسطول . وابلغ وزير البحرية بذلك ، وقد بيّن التحقيق الدقيق فى ذلك ، الذى جرى بمشاركة الفريق البحرى ساريتشيف ، ان السبب الرئيسى لتأشيرات البوصلات غير الصحيحة كان الحديد الموجود تحت متن السفن .

ولا يجوز عدم التنويه بخدمات كروزنشترن ، وهو ابرز شخص فى ميدان الانحراف ، من بين البحارة الروس فى الربع الاول من القرن التاسع عشر . فقد وضع عددا كبيرا من الارشادات والتعليمات التى كانت تزود بها السفن قبل الانطلاق فى الرحلات البعيدة . وفيها يوصى باعارة اهتمام خاص لانحراف البوصلات .

ومرت الاعوام . وكانت عمليات المراقبة تتزايد ، وتتضاعف محاولات الحصول على «صيغة عامة» او «قاعدة عامة» للانحراف ، ويجرى ابتكار اساليب جديدة للقضاء عليه ، غير ان المهمة بقيت مستعصية على الحل الكامل .

وقرر عالم الرياضيات المشهور سيمون دينى بواسون ايضا بذل جهوده فى حل هذه المسألة الهامة .

ففى عام ١٨٢٤ ظهرت فى اعمال اكاديمية العلوم الفرنسية مذكرات جديدة لبواسون تحتوى على نظريته عن مغنطيسية الحديد التى يثيرها مجال خارجى . وفى العام نفسه حصل بواسطة هذه النظرية على معادلات تأثير حديد السفينة على الابرة المغنطيسية . وكانت هذه المعادلات تحتوى على بعض المعاملات الثابتة ، الخاصة بكل سفينة . واذ اقتصر بواسون على الناحية النظرية البحت لم يشر الى اية طرائق عملية لاجل البحث عنها . غير ان معادلاته هذه لم تكن ذات فائدة تذكر بالنسبة لعلماء الفيزياء ، اما بالنسبة للبحارة فكانت غير مقبولة وغير مفهومة : فهى لم تكن تحتوى على الامر الرئيسى الذى يبحث عنه البحارة ، الا وهو انحراف الابرة عن دائرة الطول المغنطيسية . وظلت معادلات بواسون خلال عقود من السنين مرمية دون استعمال وسط مئات اعمال هذا العالم الشهير .

واغلب الظن ان بواسون كان يفهم عيب معادلاته ، بمعنى انه كان يستحيل استخدامها مباشرة فى التطبيق . وحاول تبسيطها . ففى عام ١٨٣٩ تسنى له دراسة حالة كانت فيها الابرة تقع فى وسط السفينة وهى محاصرة بالحديد بصورة موازية من جميع

الجهات . . . ولكن ، لم تعد تكفيه القوى ولا الوقت من اجل اعادة النظر فى صيغه كما يشاء ووفقا للتجارب الحديثة . وفى عام ١٨٤٠ فارق بواسون الحياة .

وبعد مرور سنوات عديدة فقط بات واضحا تماما ان معادلات بواسون «القليلة الاهمية» هى اساس كل النظرية العلميـــــة عن الانحراف . فسوف تغدو نقطة انطلاق لجميع الابحاث الدقيقة وتفضى الى نتائج باهرة .

. . . ذات مرة صرخ شخص اسكتلندى ، اذ شاهد مرجلا معدنيا عائما : «لقد وجدتها ! فماذا لو نصنع سفينة حديدية ؟» وشرع فى العمل حالا . ان التصور بان الحديد يغرق وان سفينـــــة كهذه لن تستطيع العومان كان قد ترسخ فى عقول الناس لدرجة ان فكرة هذا المبتكر قوبلت بالسخرية والضحك من جانب جيرانه . ولكن ، سرعان ما انزلت الى الماء مع ذلك سفينة غير كبيرة ذات متن حديدى ، ولم تغرق .

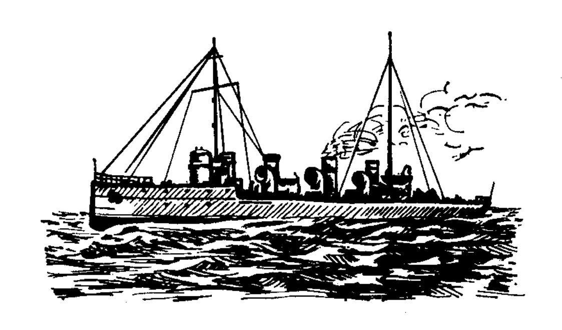
وفى الحال فهم اصحاب السفن الميزة الرئيسية للسفن الحديدية : انها تتيح زيادة الحمولـــة الى حد كبير ، اى فى آخر المطاف زيادة الربح من استخدامها . وبدأ بناء السفن الحديدية يتطور بسرعة .

ولكن المصيبة ان الانحراف ازداد فيها لدرجة ان البوصلات كفت عن الاذعان لمجال الارض المغنطيسى . وكان ذلك يحدث حتى فى حال استخدام مدافع نحاسية ، وصنع الصوابير من الرصاص بدلا من الحديد .

وقصارى القول ان تأثير الحديد على الابرة المغنطيسية بات احد الدوافع التى حملت على رفض امكانية الابحـــــار الآمن على السفن الحديدية . وكان ينبغى البحث بصورة عاجلة عن تدابير فعالة لمعالجة مرض البوصلة العضال هذا .

وقد اقدم على هذه المعالجة بشكـــل حازم . . . العالم الفلكى البريطانى جورج بيديل آرى الذى كان ، الى جانب عمليات المراقبة الفلكية ، يقوم بمراقبات للارصاد الجوية ومغنطيسية الارض ويبتكر ويخترع اجهزة جديدة .

وفى عام ١٨٣٨ وضع آرى ، مستفيدا من تأملات بواسون ، طريقة خاصة به للقضاء التام على انحراف البوصلات بواسطة قطع



الفصل الخامس عشر

ما هو ثمن الحقيقة ؟

كان الوف من الايرلنديين والانجليز يحاصرون مكاتب وكالات الهجرة فى اواسط القرن الماضى . فان المجاعة الرهيبة بسبب قلة المحاصيل ، التى ازهقت ارواح مليون من البشر ، كانت تجبرهم على مغادرة الوطن والتوجه الى ما وراء المحيط ، بحثا عن السعادة فى العالم الجديد الذى كانت احاديث الناس تصوره على انه جنة لكل انسان قادر على العمل . وكان اصحاب السفن ، فى ركضهم وراء الارباح ، يحمّلون السفينة فوق طاقتها من الركاب ، بينما يعاملهم الطاقم وكأنهم ماشية . ولم يكن الجميع على الاطلاق يتحملون مشقات السفر ، ولم تكن السعادة تبتسم للجميع على الاطلاق بان يروا البلاد الموعودة . وكان كل عشرة من اصل مائة يموتون فى الطريق من الحمّى على اختلافها .

وفى بداية عام ١٨٥٤ انطلقت من ليفربول السفينة الحديدية «تايلور» الحديثة العهد وذات الحمولة الكبيرة بالنسبة لذلك الزمن (٢٠٠٠ طن !) ، وعلى متنها بضع مئات من المهاجرين . ورغم الرياح الآخذة فى الاشتداد وعد الربان بقطع المحيط بسرعة وبلوغ اميركا فى ثلاثة اسابيع . وبعد ان صمدت السفينة بسهولة للعاصفة التى دامت يومين فى المانش تحطمت عند ساحل ايرلندا الشرقى . وهلك القسم الاكبر من الركاب والطاقم .

وهزت الكارثـــة الرهيبة انجلترا . وطالب الرأى العام بحزم بالتحقيق فى اسباب تحطم السفينة .

ينبغى القول ان حالات تحطم السفن عند السواحل البريطانية لم تكن حوادث فردية على الاطلاق . فقد كانت جريدة «تايمس» تقدم للقراء يوميا معلومات مفصلة عن الكوارث البحرية . ويستفاد من تقارير جمعية لويد للتأمين والمجلس التجارى ان النسبة المئوية لفقدان السفن كانت تتزايد باطراد عاما اثر عام . وكان ينتج عـن ذلك ان عددا ضخما من السفن يهلك ليس فقط بسبب العواصف والانواء والتيارات والضباب بل ايضا بسبب «التهور ، والجهل ، والتهاون ، والحساب السيئ» ، وكذلك بسبب «النوعية الرديئة للبوصلات وعدم العناية بها» . والكثير من وقائع هذه التقارير كانت تصبح موضع مناقشات فى البرلمان البريطانى .

ولكن القضية هذه المرة كانت غير اعتيادية ، وبدت اسباب كارثة «تايلور» فى بادئ الامر مستحيلة التفسير . فالسفينة كانت جديدة ، والقبطان مجربا . وقبل ثلاثة ايام من الانطلاق جرى التحقق من البوصلات بكل عناية بغيـــة تحديد الانحراف (لقد كان ، فى الحقيقة ، كبيرا للغاية : ٦٠ درجة !) . ونسبوا هذا الانحراف الى المغنطيسية الدائمة للسفينة ، حسب نظرية آرى ، وصححوه حسب قواعده ايضا بحيث اصبحت البوصلات تشير بصورة دقيقة . غير ان دراسة ملابسات الكارثة بينت ان سبب تحطم السفينة كان خطأ كبيرا فى البوصلة . وهو بالذات الذى دفع السفينة الى مكان الهلاك ! فهل ان لنظرية آرى ، العالم الفلكى الاول لبريطانيـــا العظمى ، نواقص ؟

ومن اجل استيضاح القضية عقد فى ليفربول اجتماع استثنائى للرابطة البريطانية لمساعدة نجاحات العلم . وقد تكلم فى هذا الاجتماع وليام سكورسبى فاعاد الى الاذهان الاستنتاجات الاساسية لنظريته التى تتلخص ، اولا ، فى ان مغنطيسية السفينة الحديدية تتكون من جزئين : المغنطيسية المتغيرة الناتجة مباشرة عن مجال الارض المغنطيسى ، والمغنطيسية الثابتـــة الناتجة عن الضربات والتحويرات التى تتعرض لها الصفائح الحديدية وهيكل السفينة اثناء صنعها وتركيبها . ثانيا ، ان وجهة هذه المغنطيسية تتوقف بصورة

مباشرة على ذلك الاتجاه الذى كانت السفينة تقف فيه اثناء بنائها فى الترسانة . ثالثا ، ان المغنطيسية التى تكسبها السفينة وهى فى ترسانة البناء يمكن ان تكون كبيرة جدا وقد تتغير بسرعة عندما تدخل السفينة مياه البحر . وبعبارة ادق فقد كان ذلك مغنطيسية لا دائمة بل وسطية ، شبه دائمة تزول بعد مرور ردح من الزمن .

ويستنتج سكورسبى الخلاصة التالية : ان خطأ البوصلة الغادر ، الذى ادى الى هلاك سفينة «تايلور» ، يتفسر بان قسما كبيرا من المغنطيسية ، التى اكتسبتها السفينة اثناء بنائها ، تغير بسبب هزات وضربات الامواج ، ونتيجة لذلك ظهر الانحراف المهلك من جديد ! وبعبارة اخرى فان طريقة آرى تبدت غير صحيحة فى هذه الحالة .

على صفحات الصحف اعترض آرى بشـــدة على تفسير اسباب الكارثة بمثل هذا التغير السريع فى مغنطيسية السفينة . وبالاضافة الى ذلك فقد كان آرى على قناعة بان توزع المغنطيسية الدائمـــة لا يتوقف اطلاقا على وضع السفينة فى ترسانـــة البناء ، كما يؤكد سكورسبى ، بل على الاتجاه الذى تتخذه الصفائح الحديدية المستخدمة فى تصفيح السفينة .

واثار الخلاف فى وجهتى نظر آرى وسكورسبى اضطرابا شديدا دفع جلسة الرابطة البريطانية الى تشكيل لجنة لملاحقة هذه المسألة المتنازع عليها ، فاقترحت على سكورسبى القيام برحلة حول العالم لهذه الغاية . وقبل سكورسبى الاقتراح وتوجه الى اوستراليا على متن السفينة «رويال تشارتر» . وقد بينت المراقبات التى اجراها ان الانحراف فى السفينة الجديدة ينخفض بمقدار تقدم السفينة فى الرحلة . فبعد ان كان الخطأ ٢٠ درجة فى بداية الرحلة تلاشى بسرعة فيما بعد كليا تقريبا . لذا فقد امرت الحكومة «بعدم نقل اية قوات واية حمولات حكومية اذا كانت السفينة لم تقم بعد ولو برحلة بحرية واحدة» .

ان كارثة «تايلور» ، التى هزت مشاعر الجميع ، قدمت خدمة كبيرة لعلم الملاحة . ولم يكن مصير «رويال تشارتر» ايضا افضل من مصيرها : ففى عام ١٨٥٩ تحطمت فى عاصفة بحرية عند ساحل والي وهلك ٣٨٣ شخصا ! ومن جديد كان الانحراف السبب فى

ذلك ! فقد وقعت الكارثة بسبب حدوث تغير كبير فى مغنطيسية السفينة ، الامر الذى لم يعروه الانتباه .

واخذت نظرية انحراف البوصلات ترتفع الى درجة جديدة من الاتقان . وكانت النتائج ، التى تتنبأ بها هذه النظرية ، تتطابق جيدا مع عمليات المراقبة . وراحت تستعاد الثقة بالبوصلة .

غير ان سكورسبى لم يدرك هذا الزمن . فقد توفى فى ٢١ آذار (مارس) ١٨٥٧ بعد بضعة اشهر من عودته الى انجلترا من رحلته الاخيرة الطويلة .

بعد وفاة سكورسبى صدر كتابه الاخير «سجل رحالة الى اوستراليا وحول الارض لاجراء عمليات مراقبة مغنطيسية» . وقد اهتم باصدار هذا الكتاب ارتشيبالد سميث ، وهو ماجستير فى العلوم الانسانية ومحام وعضو فى الجمعية الملكية وصديق حميم لسكورسبى .

يعود ولع سميث بالمغنطيسية الى علاقاته الودية مع سابين . فقد كان هذا الاخير يهتم بمسألة الانحراف بوصفه عضوا فى اللجنة البوصلية للهيئة الاميرالية فى الاربعينات . وقد رفضت هذه اللجنة ، بعد دراسة دامت بضع سنوات ، طريقة آرى للقضاء على الانحراف التى كانت تستعمل بشكل واسع فى الاسطول التجارى ، واتخذت نظاما خاصا بها بالنسبة للاسطول الحربى . وكان جوهر هذا النظام يكمن فى عدم القضاء على الانحراف بل فى اخذه بالحسبان اثناء رسم طريق سير السفينة . فلدى معرفة الانحراف يصبح من السهل تصحيح خط السير .

فى هذا الوقت بالذات طلب سابين من صديقه المحامى سميث الاشتغال فى وضع نظرية رياضية للانحراف . وعمد سميث ، وهو عالم رياضيات فذ ، الى استخلاص صيغ بسيطة من معادلات بواسون العامة وغير المفهومة كما بدا للبحارة . وكانت هذه الصيغ تبين تبعية الانحراف لخط السير مباشرة . وهذا بالضبط ما كان يحتاج اليه الملاحون !

وفى عام ١٨٥١ ، وبناء على طلب رئيس قسم البوصلات لدى الاسطول الملكى النقيب جونسون ، وضع سميث استنادا الى صيغه استمارات ولوائح مريحة جدا فى الاستعمال لاجل حساب

الانحراف . وفى العام نفسه اصدرتها الهيئة الاميرالية .

وقد اعير اهتمام خاص لاعمال سميث فقط عندما وقعت حادثة سفينة «تايلور» واصيبت طريقة آرى بالشبهة . واقدم الجميع فى الحال على حساب القوى المغنطيسية لحديد السفينة حسب طريقة سميث .

ولكن ، فى عام ١٨٦١ وقعت عند سواحل ايرلندا حادثتان متتاليتان لسفينتى ركاب متجهتين الى اميركا . ومن جديد هلك مئات المسافرين وغرقت حمولات ثمينة . والحادثتان ، كما بيّن التحقيق ، وقعتا مجددا كما فى حالة «تايلور» بسبب اخطاء البوصلة . فبسبب رداءة الطقس لم يكن من الممكن التحقق من تأشيراتها ، ولدى الاقتراب من الشاطئ كان يخيم الضباب ولم تكن المنارات مرئية . ولكن من اين اتت الاخطاء المهلكة ؟

كانت السفن فى ذلك الزمن ما تزال تجهّز بمجموعة من السوارى ، ولدى وجود ريح ملائمة كانت السوارى تدفع الاشرعة ، اى ان السفن كانت تسير بجنوح دائم . وحتى فى ذلك الوقت كان معلوما ان الانحراف لا يتوقف على خط السير المغنطيسى فحسب بل ايضا على جنوح السفينة . غير ان هذا لم يكن يخضع لاى قوانين صحيحة . وكان من الصعب القول بصورة محددة ما اذا كان الجنوح او شيء ما آخر هو سبب تغير الانحراف ووقوع الكارثة الجديدة .

وطلب البرلمان من الهيئة الاميرالية القيام باستقصاء تام لمسألة انحراف البوصلة . وتم تعيين لجنة بوصلية خاصة ضمت سميث والقبطان ايفانس رئيس قسم البوصلات لدى الهيئة الاميرالية . وهما بالذات اللتان وضعتا «الدليل الاميرالى فى انحراف البوصلات» الشهير الذى يشكل مرحلة فى تاريخ تطور شؤون البوصلة . ويعود الجزء الرياضى فى هذا المؤلف الرائع الى سميث . وقد تناول ، بطبيعة الحال ، مسألة الانحراف بسبب الجنوح ايضا .

وبعد دخول «الدليل الاميرالى» حيز الاستعمال لم يفقد الاسطول الملكى سفينة واحدة بسبب خطأ البوصلة !

واخذ الحسد يشتد فى قلب آرى . فقد تكونت علاقات متوترة بينه وبين الهيئة الاميرالية التى كان هو يعتبر مستشارها الرئيسى .

وكان آرى المعجب بنفسه يتعطش اكثر من اللزوم لامتنانات خاصة منذ عام ١٨٣٨ عندما ابتكر طريقته لمكافحة الانحراف . الا انه لم يحصل حتى الآن على اية مكافآت .

فى غضون ذلك جرى تكريم سميث من جديد . ففى ٣٠ تشرين الثانى (نوفمبر) ١٨٦٥ منح الميدالية الذهبية الكبيرة للجمعية الملكية .

وفى شباط (فبراير) ١٨٦٦ طفح جام الصبر لدى آرى ، وخاصة عندما اطلع على تقرير «حول انحراف البوصلات فى السفن الحديدية» الذى تلاه سميث فى الاجتماع الاسبوعى للمعهد الملكى البريطانى فى ٨ شباط ، والذى لم يوافق آرى على اى بند من بنوده .

ولم يكن بوسع آرى ان يلزم الصمت ، بل كان ينبغى له ان يستعيد الحقيقة مهما كلف الامر ! فكتب رسالة وبعث بها فى الحال الى مجلة «اتينيوم» التى نشرتها فى عددها الدورى .

يصعب القول علام كان يعول آرى بنشره هذه الرسالة . وفى انجلترا لم يعتبروا حتى من الضرورى الاجابة على هذه المقالة المفعمة بالتعجرف والافتراء . لقد كانت الاوساط العلمية تعرف طباع آرى معرفة جيدة . وكان واضحا للجميع انه ليس على حق . والحال انه لم يكن احد ينتقص من خدماته . ولم يكن احد يرفض كليا طريقته فى مكافحة الانحراف .

بديهى ان القضاء على الانحراف كان امرا مفيدا ، ولكن ليس دائما ، على ما يبدو . فان القضاء على الانحراف الكبير كانت تصاحبه مصاعب عملية كبيرة لان ذلك يتطلب كميات كبيرة من الحديد الموزع حول البوصلة والذى يسبب خطأ اضافيا .

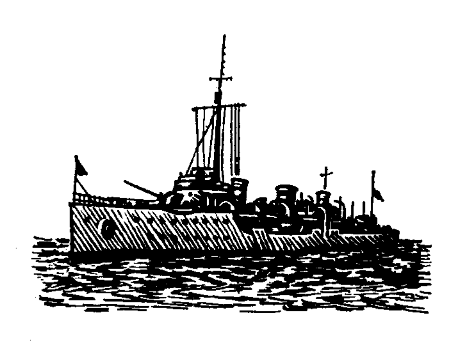
ومن جهة اخرى ، لم يكن يجوز عدم رؤية نجاح النظام الفعال لحساب الانحراف لدى رسم خط السير ، الذى وضعته الهيئة الاميرالية : فمنذ اكثر من ٢٠ سنة يجرى تحديد الانحراف فى سفن الاسطول الملكى حسب هذا النظام الذى لم يخطئ مرة واحدة .

واغلب الظن انه كان ينبغى البحث عن اسلوب لاجل الجمع بصورة موفقة بين هاتين الطريقتين للقضاء على تأثير الانحراف . اما كيف ادى الروس هذه المهمة فسوف نتحدث عن ذلك فيما بعد .

في غضون ذلك واصل سميث بنكران ذات تعاطى قضيته المحببة غير عابئ بحملات آرى . وصدرت طبعات منقحة جديدة «للدليل الاميرالى» ، وجرت ترجمتها فى فرنسا والمانيا وروسيا والبرتغال ، وبات سميث يتمتع بشهرة عالمية .

وفى عام ١٨٧٣ تلقى من ملكة بريطانيا مكافأة قدرها ٢٠٠٠ جنيه استرلينى لقاء الابحاث العلمية الهامة والخدمة التى قدمها سميث للمصالح البحرية لبريطانيا والعالم بأسره .

غير ان سميث لم يفلح فى التمتع بهذه المكافأة اذ وافته المنية فى العام نفسه . اما آرى فقد توفى بعد مرور ٢٠ عاما وهو فى الحادية والتسعين من العمر .



الفصل السادس عشر

ثالوث لامع

فى خريف عام ١٨٥٦ جرى ايفاد الضابط البحرى الروسى بيلافينيتس الى اميركا لاجل الاشتراك فى بناء وتجهيز الفرغاطة «جنرال-اميرال» ذات الرفاس فى ترسانة ويب لبناء السفن فى نيويورك . وكانت لهذه السفينة الخشبية ، وهى اعظم سفينة من نوعها آنذاك ، المواصفات التالية : الطول حوالى ١٠٠ متر ، آلتان بخاريتان باسطوانتين ذاتى قطر يزيد عن المترين ، الرفاس حوالى ٦ امتار ، الحمولة ٦٠٠٠ طن ! وكان ينبغى الاهتمام بالتجهيزات الملاحية المناسبة لهذا العملاق . ولهذه الغاية بالذات ارسل بيلافينيتس الذى كان قد اصبح مشهورا فى الاسطول كملاح واخصائى فى الانحراف . فقد ترجم واصدر احدث مؤلفات ارتشيبالد سميث وجونسون حول هذا الموضوع ، وعرض المراقبات المغنطيسية التى قام بها سواء فى البحر ام على السواحل اثناء رحلته البحرية على متن الفرغاطة «بالادا» والقارب «فوستوك» . وبصورة مستقلة عن الانجليز اكتشف تغير انحراف البوصلة عن تغير خط العرض المغنطيسى . وفى طريقه الى اميركا توقف فى انجلترا لكى يشاهد مرصد البوصلات فى فولفيتش ويطلع على الارشادات الجديدة لاجل تحديد الانحراف وعلى البوصلات الجديدة . وكان يبعث بمقالات علمية الى روسيا عن كل ما شاهده وعلمه . وواصل

بيلافينيتس دراسة الاجهزة الملاحية فى اميركا ايضا . وبناء على تعليماته كان يجرى تحسين صنع بوصلات «جنرال-اميرال» .

وكانت نتيجة اعمال بيلافينيتس ان جرى ايصال الفرغاطة الضخمة من نيويورك الى كرونشتادت فى مدة ٨١,٥ يوم سير فقط ! ولم توقف هذه السفينة سيرها حتى لدى دخولها الضباب وانعدام رؤية السواحل ووسط اخطار المانش !

وفى العامين التاليين طاف بيلافينيتس موانئ بحر البلطيق واجرى معاينات مغنطيسية فى كرونشتادت ، ومن ثم اقام اول ميدان لدراسة الانحراف فى روسيا . وفى خارج البلاد اقيم ميدان مماثل فى ليفربول عام ١٨٥٦ من قبل اللجنة البوصلية .

وفى عام ١٨٦٢ جرى ايفاده مجددا الى الخارج ، الى انجلترا هذه المرة «بغية المشاهدة وجمع معلومات فى المعرض العالمى الخاص بالهيدروغرافيا ودراسة مادة انحراف البوصلات» . وكان يرافقه اللواء البحرى ليسيانسكى . وانتخبوا العالمين الروسيين البحريين عضوين مراسلين للجمعية البريطانية لنشر العلوم وعضوين فى هيئة حكَم معرض قسم العلوم البحرية والملاحة . وفيما بعد عرض بيلافينيتس مشاهداته فى المعرض فى مقالة ضافية بعنوان «وصف لادوات قيادة السفن ، المقدمة الى المعرض العالمى فى لندن» . ولاحظ ان البوصلات الموضوعة فى المعرض ليست شيئا جديدا بالنسبة للملاحين الروس ، وانه توجد فى السفن الحربية بروسيا بوصلات اكثر عصرية ، كالبوصلة الرئيسية التى حسنها خاريتونوف – اسطى البوصلات فى مشغل الادوات الملاحية . وقد منحت هيئة حكم المعرض ميدالية لهذه البوصلة . ومنح ليسيانسكى وبيلافينيتس ميداليتان برونزيتان كبيرتان «لقاء الاشتراك فى الاعمال المتعلقة باقامة المعرض العالمى» .

ولدى عودته من انجلترا شتاء ١٨٦٢/١٨٦٣ القى بيلافينيتس محاضرات رائعة فى كرونشتادت حول الموضوع الآنى فى الاسطول : «بشأن انحراف البوصلات والرصد البوصلى» . وبات الآن الاخصائى الاول فى روسيا فى هذه المادة .

فى غضون ذلك كانت تجرى فى انجلترا الاستعدادات لانزال الدارعة الروسية الاولى «بيرفينيتس» الى الماء التى بنيت وفق

تصميم روسى ايضا . ان هذه السفينة غير الاعتيادية ، التى تبلغ حمولتها ٣٠٠٠ طن وطولها حوالى ٧٠ مترا ، قد صممت بحيث تستطيع ، وهى تحمل اسلحة ثقيلة ، ان تقوم بمهمة سفينة صدم ايضا . وقد ابتلع هيكلها حوالى ١١٠٠ طن من الحديد ! فهل سيكون باستطاعة البوصلة ، يا ترى ، ان تعمل على متنها ؟

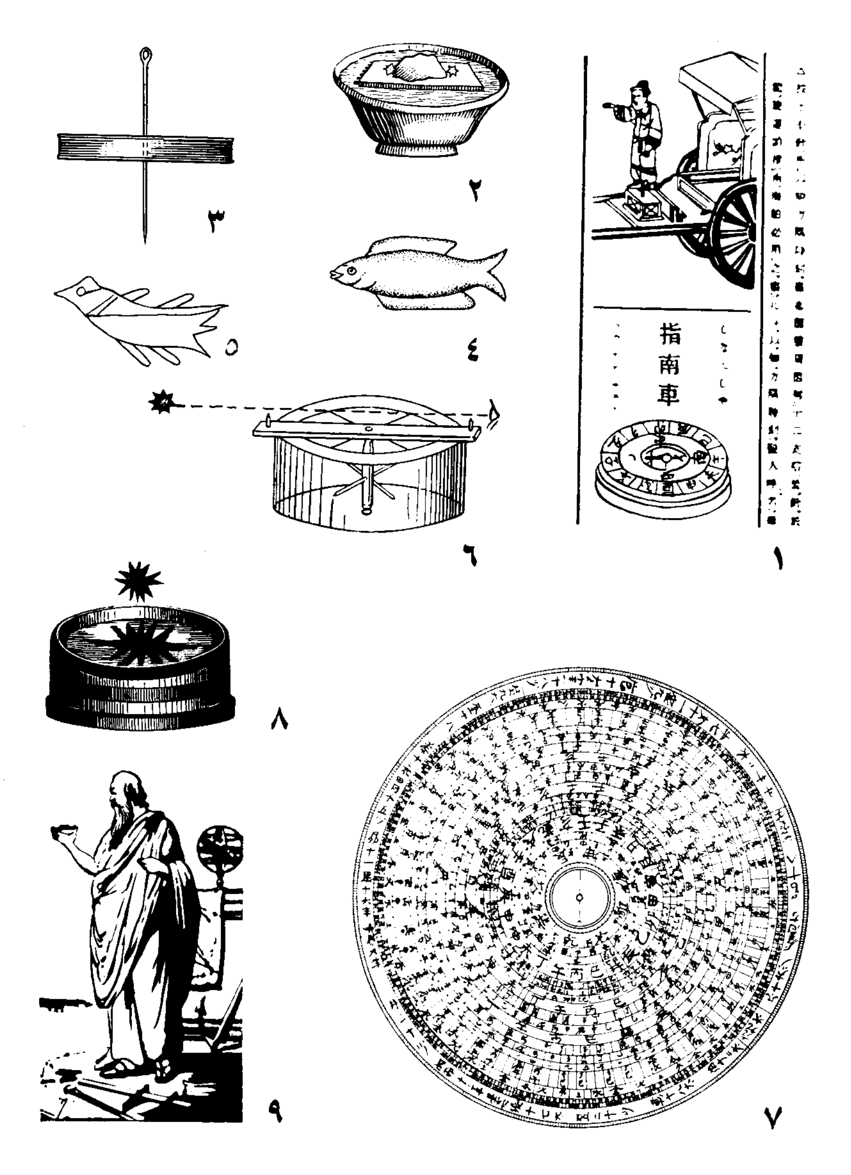
وطلبت شركات التأمين البريطانية مبلغ ١٠٠٠٠ جنيه استرلينى من اجل مرافقة «بيرفينيتس» الى روسيا . وتقرر عدم تأمين الدارعة ، بل ارسال بيلافينيتس الى انجلترا .

اجل ، لقد كانت تمثل مهمة صعبة امام بيلافينيتس . لقد كان يعلم جيدا ان كميات الحديد الكبيرة فى الدارعة سوف تحرف الابرة عن دائرة الطول المغنطيسية ، ليس هذا فحسب بل سوف تضعف القوة الموجهة لمجال الارض المغنطيسى .

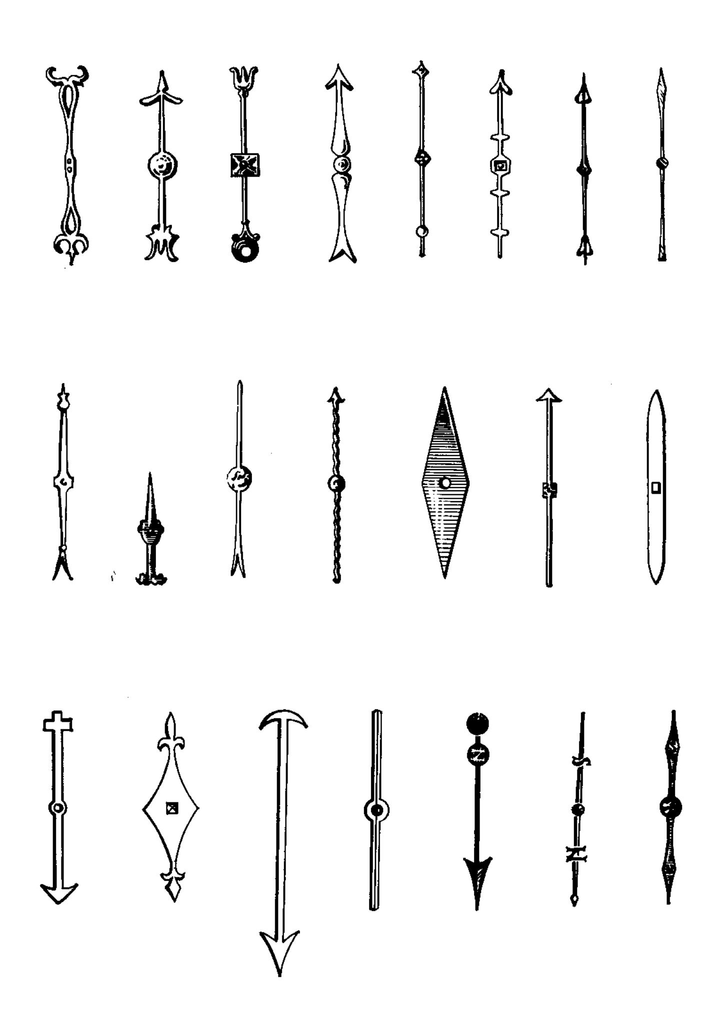
وصل بيلافينيتس الى لندن فى نهاية شهر نيسان (ابريل) ١٨٦٣ . وكان الوضع حرجا . فحتى انزال الدارعة بقى بضعة ايام ، ولم تكن لديه اجهزة خاصة لاجراء معاينات مغنطيسية جدية .

كانت نسبة تمغنط السفينة ، وهى راسية فى ترسانة البناء ، مرتفعة للغاية كما كان متوقعا . ولكن ماذا سيحدث بعد النزول الى الماء عندما سيواصلون تلبيس السفينة بالصفائح ، وتجميع الماكنات وتركيب الاسلحة ؟ لقد كان ينبغى التفكير بحل ما . واذا ببيلافينيتس يقترح حلا عبقريا فى بساطته : ينبغى اعادة مغنطة الدارعة ! كيف ؟ فلدى اكمال بنائها فى الماء ينبغى وضعها بصورة معاكسة لاتجاهها اثناء بنائها فى الترسانة . فاذا كانت السفينة فى بداية الامر اكتسبت من مجال الارض مغنطيسية وحيدة القطب ، فبعد عكس اتجاهها سوف تتمغنط فى اتجاه معاكس . وبالنتيجة يغدو التمغنط العام اقل . وقد اتاح اقتراح بيلافينيتس تخفيض الانحراف فى البوصلة الرئيسية ، لدى الاقلاع ، الى ٢٠ درجة فقط ، وهو انحراف قليل بالمقارنة مع الانحراف فى السفن المدرعة الاخرى .

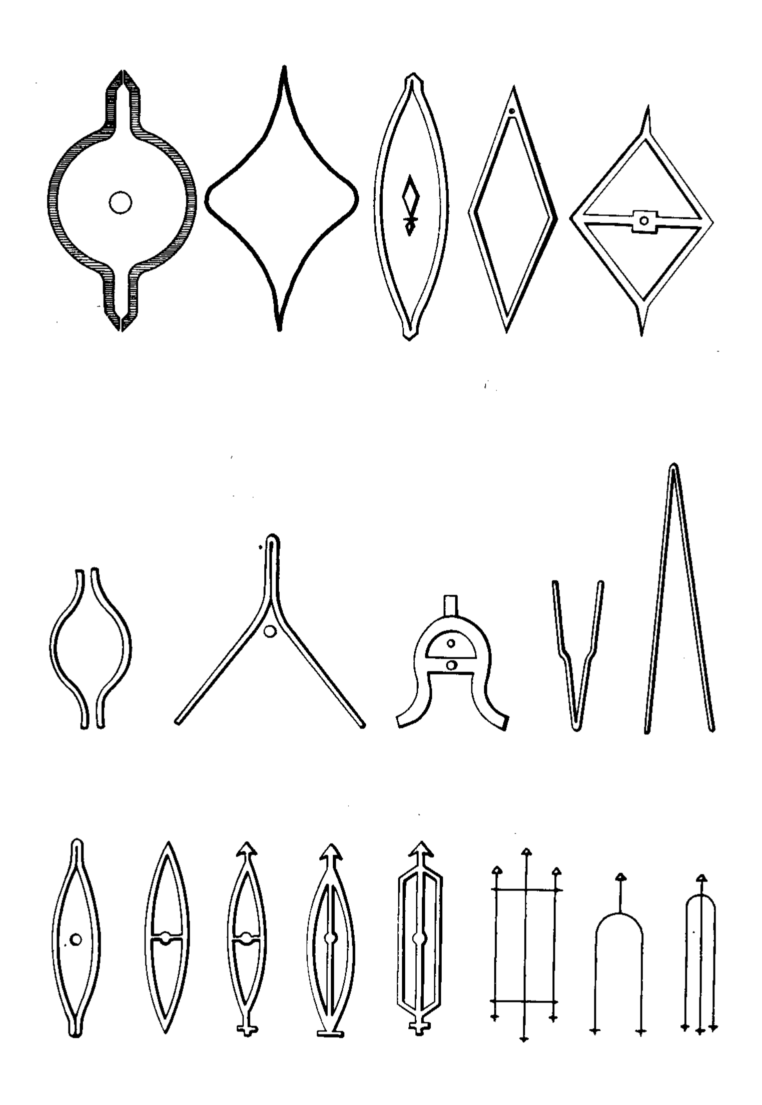
واثناء الطريق الى روسيا كان يجرى تحديد الانحراف بصورة متكررة ما امكن . وفى ٥ آب (اغسطس) ١٨٦٣ وصلت الدارعة الى كرونشتادت .

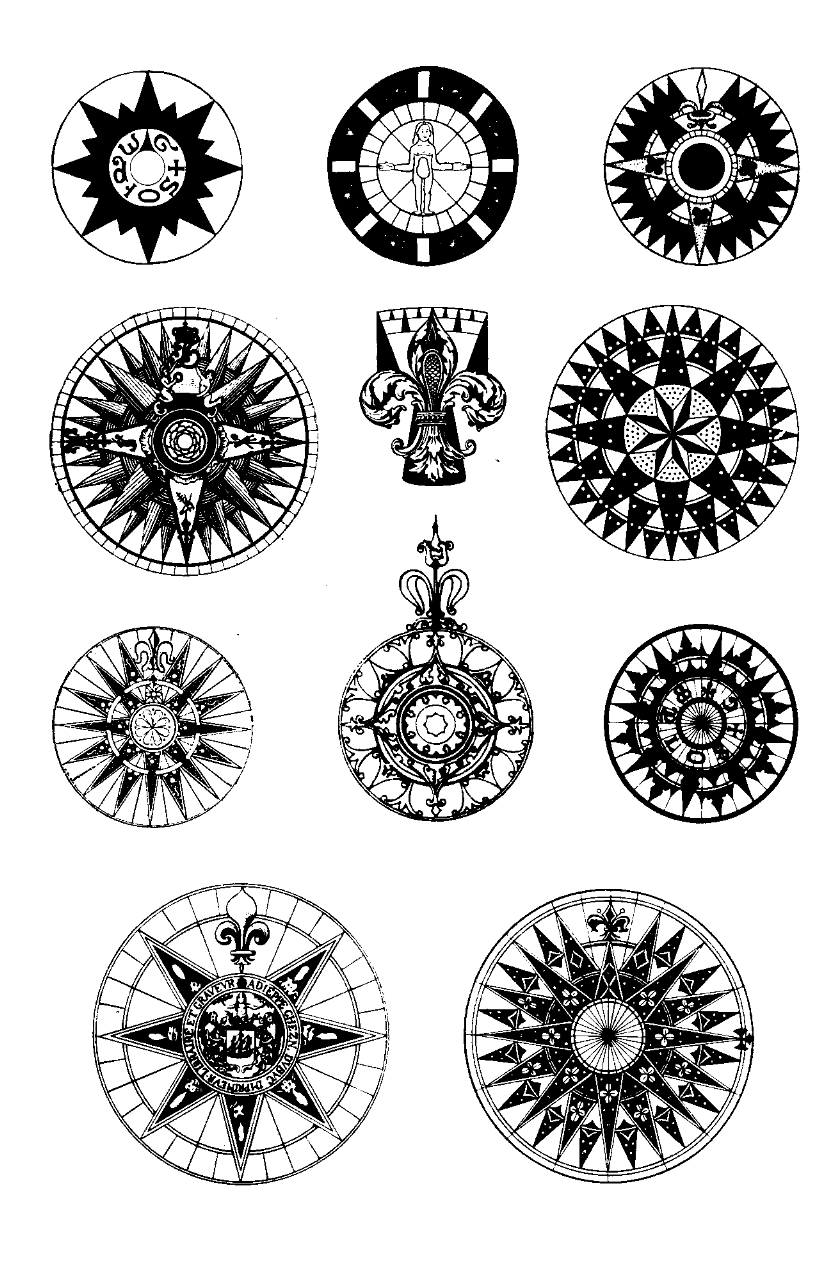


١ ـ عربة تشير الى الجنوب . ٢ ـ جهاز « شيطانى » مصنوع حسب طريقة المختـــــرع لاتينى . ٣ ـ ابرة ـ كالاميتـــــا . ٤ـ٥ ـ سمكتان حديديتان عربيتان . ٦ ـ رسم بوصلة جافة لماريكور حسب المخطوطة . ٧ ـ البوصلة الكبرى للعرّافين الصينيين . ٨ ـ احد اقدم رسوم البوصلة ذات اللوحة العائمة . ٩ ـ هكذا تخيل المؤرخون فلافيو جويا .



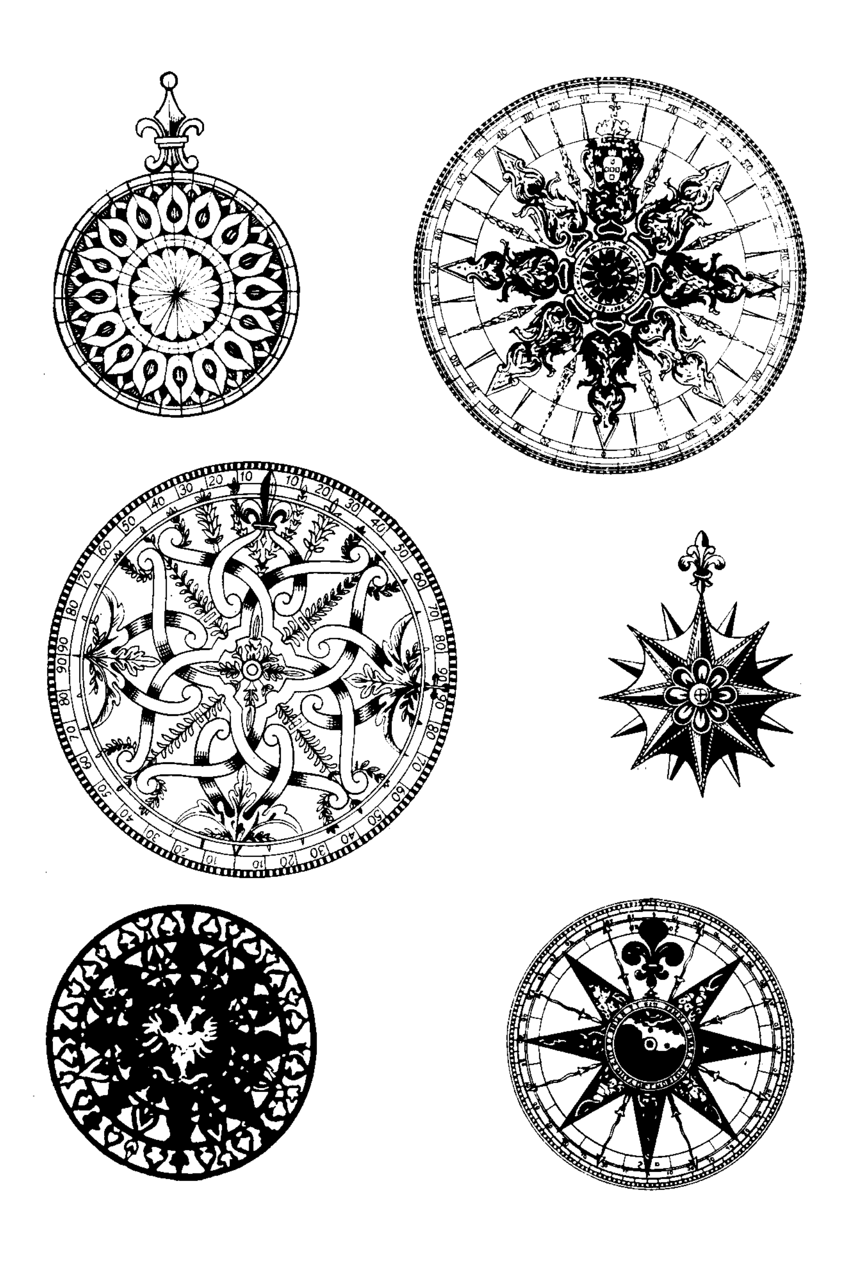
هذه العقارب العجيبة . ←

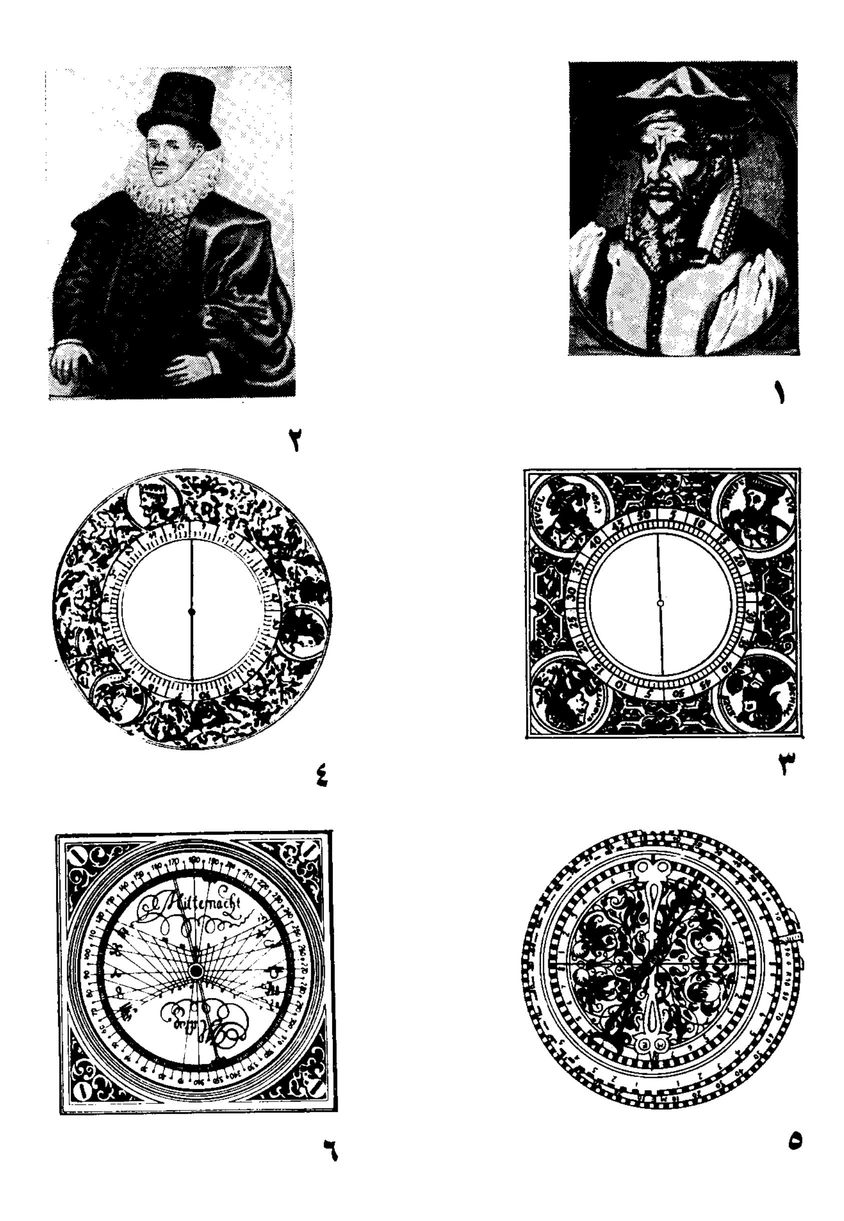




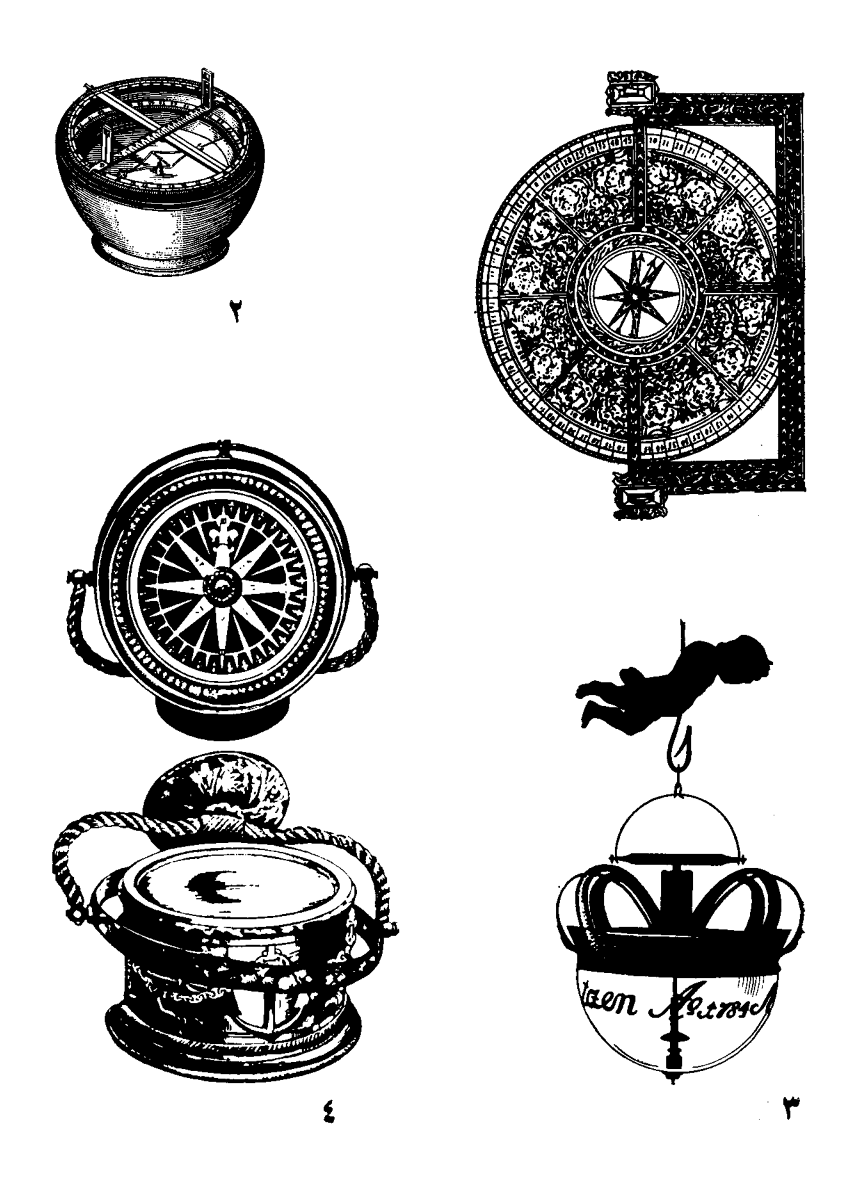
رسم مزركش لــــوردة الرياح على لوحات البوصـــلات ، والخرائط البحرية ، والساعات الشمسية ، والكتب .

←

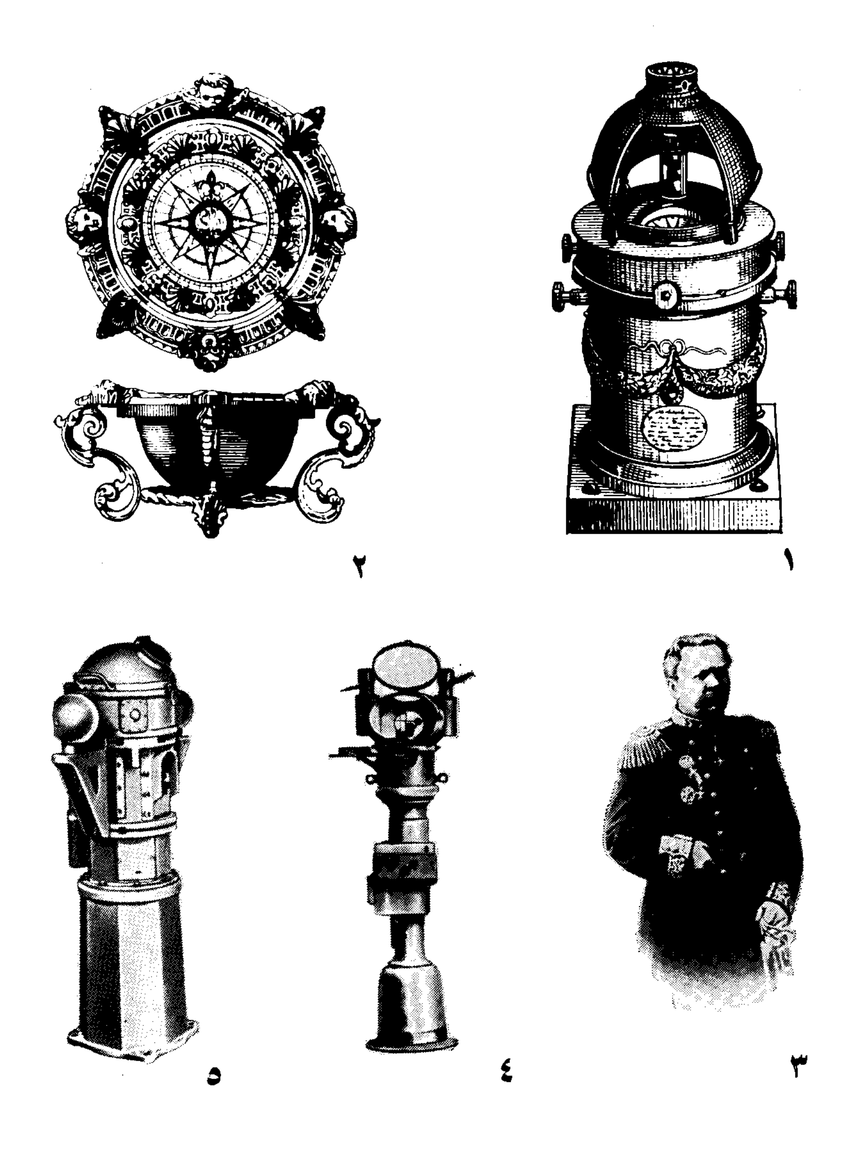




١ ـ غيرهارد مركاتور . ٢ ـ وليـــم غيلبرت . ٣و٤ ـ بوصلتان الدائرة فيهما مقسمة الى ١٠٠ جـــزء ، عام ١٥٨٠ . ٥ ـ بوصلة (عام ١٥٥٣ـ١٥٨٦) . ٦ ـ ساعة شمسية يعرف الوقت فيها مـــن ظل الابرة المغنطيسية ، عام ١٦٠٠ .



١ ـ ميزان تسوية ذو بوصلة ، حوالى عام ١٦٠٠ . ٢ ـ بوصلة بحرية ، عام ١٦٠٩ . ٣ ـ بوصلة تاجية معلقة ذو علبة زجاجية . ٤ ـ بوصلتان معلقتان ، عام ١٧٨٢ .



١ ــ بوصلة فى صندوق مع ساعة رملية ، عام ١٨٣٥ . ٢ ــ بوصلة فى وعاء ، النصف الاول من القرن الثامن عشر . ٣ ــ ايفان بتروفيتش كولونغ . ٤ ــ بوصلة النسافة ، نهاية القرن التاسع عشر . ٥ ــ بوصلة مغنطيسية هيروسكوبية .

بعد ذلك جرى تكليف بيلافينيتس بدراسة مغنطيسية السفن المدرعة الحديثة البناء ونصب البوصلات فيها .

واثار عمل بيلافينيتس اهتماما شديدا فى بريطانيا . وجرت ترجمة مقالته «بشأن الحالة المغنطيسية لدراعة «بيرفينيتس» الحديدية» الى اللغة الانجليزية وقرأها سميث فى الجمعية الملكية .

وفى عام ١٨٦٤ قام بيلافينيتس بدراسة الانحراف على ١١٠ سفن مختلفة . واخيرا نجح فى حل المسألة المستعصية الحل كما كانوا يدعونها آنذاك . فقد استطاع لأول مرة فى العالم وضع بوصلة تعمل بصورة طبيعية داخل غواصة ! والحال انه كان يسود الاعتقاد بان البوصلة لا تستطيع ان تعمل داخل غلاف حديدى لا يتغلغل اليه عمليا مجال الارض المغنطيسى .

وكان عام ١٨٦٥ غنيا بالاحداث السارة ! وتحقق حلم بيلافينيتس القديم . فقد تم اتخاذ قرار بانشاء مرصد بوصلى فى كرونشتادت ، وهو المرصد الاول فى اوروبا والثانى فى العالم . وفى ١٥ آذار (مارس) عين بيلافينيتس مديرا له . وصدر كتابه الاساسى «حول انحراف البوصلات وحول تصاميم الانحراف» . ووزع هذا الكتاب على جميع سفن الاسطول وكان بمثابة كتاب مدرسى اساسى بالنسبة لضباط الملاحة . وخلال السنوات العشر التالية اعيد طبعه ٥ مرات ! ويمكن القول انه بهذا الكتاب بالذات وبنشاط بيلافينيتس الذى لا يعرف الكلل بدأت المدرسة العلمية لشؤون البوصلة فى روسيا . وعندما سافر للمرة الثالثة الى بريطانيا لاجل التوصية على المعدات لمرصده ، استقبلوه هنا هذه المرة كعالم مشهور اسدى قسطا جوهريا فى العلم المتعلق بانحراف البوصلة ، وكممثل لبلد يتقدم الى المرتبة الاولى فى هذا الميدان .

واستحقت اعمال بيلافينيتس البارزة ، التى جلبت فائدة ضخمة لعلم البوصلات ، ارفع التقييمات . ومنحت اجهزته ميداليات واوسمة شرف فى معارض بطرسبورغ ، وموسكو ، وفيينا ، وباريس ، ولندن .

ونوى بيلافينيتس مرة اخرى السفر الى الخارج للاطلاع على احدث الاختراعات فى قسم البوصلات فى معرض باريس ، ولكنه لم يفلح .

ففى ٢٢ شباط (فبراير) ١٨٧٨ توفى البحار العالـم الروسى ايفان بتروفيتش بيلافينيتس بصورة مفاجئة بالسكتة القلبية . وكان فى الثامنة والاربعين فقط من العمر . وفى اليوم نفسه بلغ ايفان بتروفيتش كولونغ ، زميل ومعاون بيلافينيتس ، التاسعة والثلاثين من العمر .

. . . فى عام ١٨٦٤ جرى تعيين الملازم الشاب كولونـــغ لمساعدة بيلافينيتس فى دراسة مغنطيسية السفن المدرعـــة والحديدية . وابتداء من هذا الزمن وحتى آخر ايام حياته كـــان نشاطه مكرسا لتطوير الشؤون البوصلية .

لقد كان حساب الانحراف وفق معادلات سميث يتطلب وقتـا طويلا نسبيا . وها ان كولونغ ، لدى دراسته الخصائص الرياضية لهذه المعادلات ، يحل بطريقة رائعة جملة من المسائل بغية تبسيط تحديد الانحراف الى حد كبير . وظهرت مقالات حول هذه المادة فى «المجموعة البحرية» فى اعوام ١٨٦٥-١٨٦٧ . وكانت هذه المقالات تسترعى الاهتمام على الفور فى انجلترا بنصيحة بيلافينيتس . والقى سميث محاضرة فى جمعية الرياضيات اللندنية حول الاساليب التى اقترحها كولونغ . وعلاوة على ذلك فقد دخلت هذه الاساليب الطبعة الثالثة من «الدليل الاميرالى» البريطانى الشهير ، وفيما بعد العديد من الادلاء الاجنبية الاخرى حول الانحراف .

وتناول كولونغ بالتحليل العميق نظام مكافحة الانحراف . وبرهن على انه يستحيل الاكتفاء بالازالة الميكانيكية للانحراف او بتحديده ومن ثم تصميم خط سير السفينة . فمن الضرورى دائما تقليصه الى الحد الادنى ، وبعد ذلك فقط اجراء تصحيحات على تأشيرات البوصلة . وبما ان الانحراف يتغير على الدوام فان ازالته بواسطة مغنطيسات تصحيحية (طريقة آرى) ينبغى اعتبارها بمثابة وسيلة مساعدة لحسابه بالتصحيحات (طريقة سميث) . وهذه المقترحات باتت فيما بعد قانونا فى جميع اساطيل العالم .

هكذا حسم العلماء الروس الجدل بين آرى وسميـث الذى دام سنوات طويلة . . .

وفى ربيع عام ١٨٧٥ خطرت فى بال كولونغ فكرة موفقة باتت اساسا لجهازه المشهور - الحارف . ففى تلك الاعوام كان قياس

القوى المغنطيسية للسفن ، التى كانت معرفتها تسهّل كثيرا ازالة الانحراف ، يجرى بواسطة جهازى سابين وبيلافينيتس . غير ان استعمالهما ابان سير السفينة كان امرا غير مريح ، ولذا فقد كانا غير دقيقين جدا . وادخل كولونغ تعديلا على تركيبهما قد يبدو طفيفا للوهلة الاولى : فبدلا من ان يكون العنصر الاساسى للجهاز - المغنطيس الحارف- فى وضع افقى بالنسبة لسطح البوصلة جعله كولونغ فى وضع عمودى . والجهاز القائم على هذا المبدأ - حارف كولونغ العمودى - جرى تحسينه شيئا فشيئا من الناحية التكنيكية ، واستخدمه الاخصائيون استخداما متنوعا للغاية لدى اداء عدد وافر من المهام المرتبطة بتحديد الانحراف والقضاء عليه . وحتى ايامنا هذه يعتبر جهازا انحرافيا اساسيا فى الاسطول . ولا يقتصر استعماله على اخصائيى الانحراف وحدهم .

ان هذا الجهاز الرائع يتيح بسرعة ودقة بالغة قياس الميل المغنطيسى والمركّبتين الافقية والعمودية لمجال الارض المغنطيسى . وفى عام ١٩١٩ وبناء على اقتراح الاكاديمى كريلوف جرى اعتماده جهازا اساسيا لاجل قياس المغنطيسية الارضية للشذوذ المغنطيسى فى كورسك ، وابتداء من هذا الزمن اصبح جهاز كولونغ يستخدم فى الابحاث الجيوفيزيائية .

ولكن لا ينبغى الظن بان جميع اسرار البوصلة قد تم هتكها بأعمال آرى وسميث وبيلافينيتس وكولونغ . ففى خمسينات - سبعينات القرن التاسع عشر كان الكثيرون من الملاحين ما يزالون يعتبرون الانحراف وهما ما يوجد فى الابحاث النظرية وحدها . ففى عام ١٨٦٥ اشار سابين رئيس الجمعية الملكية ، فى مذكرة رفعها الى وزير تجارة بريطانيا ، الى انه يسود جهل تام للانحراف وسط ضباط الملاحة فى السفن التجارية .

وكانت الصعوبة القصوى لهذه المادة تولّد عددا كبيرا من الاختراعات المتنوعة للغاية . فان انواع السفن المختلفة وظروف الاستعمال المختلفة كانت لها متطلباتها الخاصة تجاه الاشارات المغنطيسية . وكانت انواع البوصلات البحرية متنوعة للغاية : البوصلات الرئيسية ، بوصلات خط السير ، البوصلات الجافة

والسائلة ، بوصلات الطقس الهادئ والعاصف ، البوصلات العادية والليلية . . . الخ ! وكانت لكل منها لوحات خاصة بها .

وبديهى انه كان يوجد على السفينة بضع بوصلات من مختلف الانواع . ففى سفن الاسطول البريطانى كانوا يستخدمون ١٧ نوعا من البوصلات . وكان يسود وضع مماثل فى السفن التجارية ايضا ، علما بانهم غالبا ما كانوا يتّبعون القاعدة التالية غير المكتوبة : بقدر ما تكون السفينة اكبر بقدر ما ينبغى ان يكون فيها عدد اكبر من مختلف البوصلات .

وقسم هام من الاختراعات المتعلقة بالبوصلات كان يمس ، بطبيعة الحال ، المسألة الاكثر اهمية – التخلص من الانحراف . وكانت تصادف بينها افكار رشيدة رغم انها صعبة التحقيق . كما كان يوجد بينها ايضا عدد غير قليل من الاقتراحات غير المفيدة والساذجة ، اما الاختراعات الحقيقية فقد كان لها مصير آخر تماما .

لقد سبق للعالم الفيزيائى الكبير وليام تومسون ان اصطدم بحاجات الشؤون البحرية ابان بعثة مد خط تلغرافى عبر المحيط . فاذ كان يبحر على سفينة كابلات لاحظ على الفور عمل البوصلة السيئ ، ومنذ ذلك الحين عمل طوال سنوات عديدة على تحسين البوصلة .

ينبغى على البوصلة ، بطبيعة الحال ، ان تتحلّى بعدة مزايا . فيجب عليها ، بالدرجة الاولى ، ان تكون جهازا دقيقا وحساسا . ثم ينبغى عليها ان تكون سهلة الاستعمال ولا سيما اثناء تأرجح السفينة . غير ان متطلباتنا من البوصلة هى متطلبات متناقضة فيما بينها ، وطوال زمن مديد لم يتسن لأحد حسم هذه التناقضات . وقد ظل الامر كذلك حتى شرع تومسون فى ابحاثه المتعلقة بتحسين مزايا البوصلة .

ففى عام ١٨٧٤ تناول تومسون من الناحية النظرية مسألة اضطرابات البوصلة اثناء تأرجح السفينة . وبعد مرور سنتين صنع جهازا خاصا به فريدا فى نوعه . فخلافا للبوصلات الاخرى ذات الابر الثقيلة وضع فيه ٤ ازواج من الابر السلكية الدقيقة معلقة على خيوط حريرية الى حلقة خفيفة من الالمنيوم . وكانت فترة الذبذبات الحرة للوحة البوصلة تزيد ٦–٧ مرات عن فترة تأرجحات السفينة .

وعرض تومسون لاول مرة اختراعه فى معرض لندن العالمى للاجهزة العلمية . وجرت تجربة هذه البوصلة فى سفن كثيرة ، واعتبرت جهازا حسنا من الناحية النظرية والناحية العملية على السواء .

لقد كانت بوصلة هذا العالم الفيزيائى اللامع موفقة جدا لدرجة انها لا تزال تستعمل حتى ايامنا هذه !

ولم يقتصر تومسون على اختراع بوصلته ، بل تعاطى ايضا مسائل مكافحة الانحراف . فقد صنع جهازا حارفا افقيا ، ولكن فى زمن متأخر عن كولونغ رغم انه فعل ذلك بصورة مستقلة عنه . ومن جهة اخرى فان العالم الروسى ، باسدائه قسطا بارزا فى نظرية الانحراف وبصنعه اداة حارفة رائعة ، قد اكمل ذلك بتحسينه لوحة تومسون . ووجه العالم البريطانى اعظم المديح الى ابحاث كولونغ الفذة .

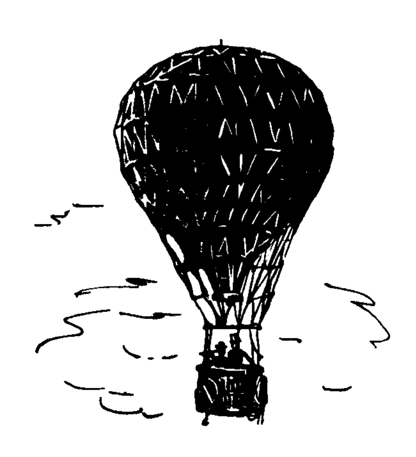
لقد عمل كولونغ وتومسون فى زمن واحد ، وكانت اعمالهما تكمل بعضها البعض بصورة جيدة جدا . ولكنهما كانا شخصين مختلفين . فتومسون لم يكن ينسى المال ابدا (كان يملك ٧٠ براءة اختراع !) اما كولونغ فكان يمتاز بنزاهة نادرة .

توفى ايفان بتروفيتش كولونغ فى ١٣ ايار (مايو) ١٩٠١ برتبة فريق بحرى . وفى عام ١٨٨٢ منحته اكاديمية العلوم جائزة لومونوسوف .

بيلافينيتس ، كولونغ ، سميث — ثالوث مجيد من العلماء الذين اسدوا بقسط بارز فى شؤون البوصلة . لقد كانت تربط فيما بينهم اواصر الاخاء العلمى . وكان بيلافينيتس وسميث صديقين حميمين ، وطوال حياتهما كانا يتراسلان بصورة نشيطة ويساعد احدهما الآخر بالنصائح والاعمال . وترجم بيلافينيتس جميع مؤلفات العالم البريطانى حول الانحراف الى اللغة الروسية وأطلع الاسطول الروسى عليها . وبناء على اقتراح بيلافينيتس انتخبت اللجنة العلمية البحرية سميث عضوا مراسلا فيها . اما بيلافينيتس فقد كتب سيرة حياة صديقه بصورة مفصلة لا تجد مثيلا لها حتى فى وطن سميث . وكان سميث يطلع الرأى العام العلمى البريطانى بصورة منتظمة على آخر منجزات العالمين الروسيين

بيلافينيتس وكولونغ . ومما له دلالته ان المقالة الاخيرة التـــى قرأها سميث فى الجمعية الملكية قبل وقت قليل من وفاته كانت بقلم بيلافينيتس تحت عنوان : «المعاينات المغنطيسية التى اجريت اثناء الابحار الى شمال اوروبا ونحو سواحل البحر المتجمد الشمالى صيف عام ١٨٧٠» . . .

ان هؤلاء العلماء اللامعين هم اكثر من مشاركين فى الرأى . وكان يقرّب فيما بينهم حب العلم ونكران الذات وافضل الصفات الانسانية .



الفصل السابع عشر

التحليق ، الطيران ، البوصلة

في صباح يوم صاف من ايام شهر نيسان (ابريل) ١٩١١ هرع آلاف الناس الى ميدان الطيران في ضاحية مدينة نيس الفرنسية . لقد كان الجميع يريدون رؤية انطلاق عملية تحليق على طائرة . فهل مر زمن طويل ، يا ترى ، على اجتياز هذه الاجهزة السريعة العطب كيلومترات معدودة ؟ وهل منذ زمن بعيد قطع بليريو المانش ؟ اما الآن فان الملازم الثاني باغ يقطع وعدا باجتياز البحر الابيض المتوسط ! فقد اعلن هذا الطيار الشجاع انه ، اذ يرتفع هنا في نيس ويقوم بعمليتي نزول وسطيتين في كورسيكا وسردينيا ، سوف يهبط في الساحل الافريقي ، في تونس ! ان قطع مسافة حوالى ٨٠٠ كيلومتر ، نصفها فوق مياه البحر ، ليس بالامر الهيّن .

وانطلقت الطائرة ، ووجهها باغ صوب البحر . واخذ الساحل يبتعد ، واصبحت الطائرة تحلق فوق الرحاب المائية . وكانت البوصلة المغنطيسية وسيلته الوحيدة لاهتداء السبيل . وصوب باغ الطائرة في خط اتجاه يقع على ٤٥ درجة تقريبا الى الجنوب الشرقي ، باتجاه كالفي مباشرة ، وهي اول محطة له في كورسيكا .

ومرت عدة ساعات ، وكان ينبغي منذ زمن بعيد ان يظهر ، وفق جميع الحسابات ، الساحل الذى طال انتظاره ، ولكن باغ لم يلاحظ اى شيء يبعث السرور فى النفس وهو يسرّح بنظره الى الافق . وانهارت بسرعة آماله فى ان يرى نهاية هذا البحر العابس . فهل حدث شيء ما للبوصلة يا ترى ؟ وهل ان الابرة المغنطيسية تعمل بصورة غير صحيحة فى الاعالى ؟ والحال ان البوصلة كانت من قديم الزمان تخدم الرحالة على اليابسة والملاحين فى البحر بكل امانة . . .

لنترك باغ بعض الوقت مع اضطراباته . ولنرجع الى بداية القرن التاسع عشر عندما بدأت البوصلة ، مكتشفة الاراضى الجديدة والبحار والمحيطات ، تتوغل الى المجال الجديد : المحيط الجوى .

كانت بداية التحليق الجوى بداية عاصفة . وكانت التحليقات فى المناطيد تجرى فى العديد من مدن اوروبا . وكان قسمها الاكبر يقام لغايات التسلية والتجارة . وقلائل فقط من الملاحين الجويين قاموا بمحاولات اجراء عمليات مراقبة علمية اثناء هذه التحليقات . ومن بينهم روبرتسون المشهور ، وهو فلاماندى من مدينة لييج . لقد كان شخصا محبا للاطلاع واكتسب معارف واسعة ، ولكن غير عميقة كفاية ، فى حقل الفيزياء . وفى باريس جهز روبرتسون قاعة فيزياء ممتازة بالنسبة لذلك العصر واخذ يقدم فيها عروضا للفيزياء التجريبية ، وبعد ان درس اكتشافات فولطا راح يطلع عليها الاوساط العلمية الباريسية . وعندما حل فولطا فى باريس كان روبرتسون يرافق هذا العالم الايطالى الشهير فى كل مكان ، فازدادت شهرته اتساعا . وبعد وقت قصير عرضوا عليه فى فرنسا ترؤس كرسى فيزياء ، ولكنه رفض لانه كان قد «اصيب بمرض» الطيران فى المناطيد .

وفى عام ١٨٠٣ قرر روبرتسون ، استجابة للطلبات الملحة من جانب المبعوث الروسى فى باريس ماركوف ، نقل نشاطه الطيرانى الى روسيا حيث لم يكن قد جرى بعد هناك تحليق واحد لمنطاد مأهول . وفى الطريق الى بطرسبورغ ارتفع روبرتسون برفقة ليست ، فى ١٨ تموز (يوليو) فى هامبورغ ، على متن منطاد ذى **غاز هيدروجينى** . وبلغ الملاحان الجويان ارتفاعا يزيد عن

٦٠٠٠ كيلومتـــر ، وامضيا فى الجو خمس ساعات ونصـــف . وتسنى لهما اجراء عدد من التجارب الفيزيائية ، بما فى ذلك على الابرة المغنطيسية ايضا . وهذه الاخيرة لفتت انتباه العالمين فى مختلف البلدان لان الملاحين الجويين كانا يؤكدان بان قـــوة المغنطيسية الارضية تضعف بصورة ملحوظة بقدر الابتعاد عـن سطح الارض . وكان العلماء يقفون موقفا انتقاديا من معاينات روبرتسون اذ انه ارتكب فيها الكثير من عدم الدقة والاخطـاء . ولكن ، من يعلم ، فقد يكون نجح فى واقع الامر فى القيـــام باكتشاف ؟ والاصح : لا القيام بذلك بل تأكيـــده ، ذلك لان الفرنسى سوسور كان قد لاحظ قبله اثناء رحلته الشهيرة عبـر جبال الالب ان القوة المغنطيسية تقل بقدر الارتفاع عن سطح الارض . ومهما يكن من امر فقد ظهر روبرتسون فى بطرسبورغ خريف عام ١٨٠٣ وهو مغمور بشهرة باهرة كعالم فى التحليق الجوى .

وقد جاء فى المذكرة التى تليت فى الاجتماع الاكاديمـــى بتاريخ ٧ ايلول (سبتمبر) ان «روبرتسون يدعو اكاديمية العلوم الى الاشراف على عمليات المراقبة الجديدة التى يريد القيام بها ، والاشارة الى سلسلة التجارب التى ينبغى اجراؤها فى طبقـــات الجو العليا» . وبعد مفاوضات طويلة وافقت الاكاديمية على ان تأخذ على عاتقها نفقات التحليق ، ولكن بشرط ان يرتدى هـذا التحليق طابعا علميا بحتا – «فقط باسم مجد وازدهار العلم» .

وكلفت الاكاديمية الاكاديمى الكيميائى زخاروف ، البالغ من العمر ٣٨ سنة ، بمرافقة روبرتسون فى التحليق . كان ياكوف دمتربيفيتش زخاروف عالما متعدد الاوجه . فقد عمل بشكل مثمر لا فى ميدان الكيمياء والتكنولوجيا الكيميائية فحسب بل اشتهر ايضا كعالم فيزيائى مرموق ، ودرس طبيعة الضوء ، والكهرباء ، والمغنطيسية ، واخترع اجهزة علمية ، واعار كثيرا من الاهتمام للاعمال المتعلقة بحاجات الاسطول البحرى الحربى . واطلع عن كثب على مسألة انحراف البوصلات . وقصارى القول ان تعييـن الاكاديمية زخاروف للتحليق المرتقب كان عملا موفقا للغاية .

كان الهدف الرئيسى للرحلة الجوية «يكمن فى التعرف بدقة

كبيرة على الحالة الفيزيائية لطبقة الهواء . . . فى ارتفاعات مختلفة» ، وكذلك فى التحقق من نتائج روبرتسون بصدد مغنطيسية الارض . لذا ، كان يوجد بين سائر اجهزة برنامج الابحاث : بوصلة ، ابرة مغنطيسية ، ساعة ثوان . وكذلك : جرس صغير ، بوق ، و . . . طيور سميلي وحمائم !

جرى التحليق الجوى الاول فى التاريخ للاغراض العلمية البحت يوم الخميس الواقع فى ٣٠ حزيران (يونيو) ١٨٠٤ . وارتفع المنطاد ، «بحضور العديد من الشخصيات البارزة واعضاء الاكاديمية ورجال علم كثيرين» ، فى الساعة السابعة و١٥ دقيقة مساء من قاعدة فيلق الكاديت الاول فى بطرسبورغ واخذ يسبح رويدا باتجاه نهر نيفا .

وفى الحال بدأت القياسات المنتظمة للحرارة فى مختلف الاعالى ، واخذت عينات من الهواء . ولكن لم يجر كل شيء على ما يرام . فقد القيت جميع الاثقال تقريبا ولكن المنطاد كان يرتفع بشكل سيىء : كانت الشمس تشرف على الغروب واخذ الغاز يبرد بسرعة . . . ورموا ما تبقّى من الاثقال وفى الساعة التاسعة والنصف بلغ المنطاد علوه الاقصى : ٢٦٣١ مترا .

وقدم زخاروف تقريرا الى اكاديمية العلوم عن هذه الرحلة الجوية جاء فيه انه قام ، فى هذا الارتفاع ، بمراقبات على نفسه وعلى المادة الكهربائية والمغنطيس . ولكن الابرة المغنطيسية تعطلت . واذ اراد استقصاء ما اذا كانت القوة المغنطيسية ، فى هذا العلو ، تؤثر على الحديد هنا كما على الارض ، وضع الابرة المغنطيسية على رأس دبوس فاصيب بالدهشة اذ لاحظ ان طرفها الشمالى ارتفع الى فوق والجنوبى نزل الى تحت ، بينما ينبغى على هذه الابرة ان تستدير ، فى نصف الكرة الشمالى ، فى اتجاه معاكس تماما . وبغية التحقق من ذلك كرر روبرتسون التجربة فكانت النتيجة نفسها دائما .

وكان زخاروف يأمل بالقيام بتحليق جوى جديد بغية «تكرار جميع التجارب بدقة متناهية» . ولكن حدث ان تحليقا مماثلا لم يجر فى روسيا الا فى عام ١٨٦٨ . اما روبرتسون فقد طاف بضعة اعوام فى ارجاء روسيا عارضا تحليقاته على منطاده ، وجمع ثروة كبيرة .

رغم انه كان لا يمكن التباهي بالنتائج التي حصل عليها اول ملاح جوى عالم روسى فقد كانت لرحلته الجوية ، حسب اقوال مندلييف ، «اهمية كبيرة جدا من الناحية التاريخية» . وكان زخاروف نفسه يدرك ذلك جيدا ، ونوه بذلك فى تقريره الآنف الذكر .

وكانت لتحليق زخاروف وروبرتسون نتائج اخرى ايضا : فقد اجتذب الاهتمام العام الى مسألة الدراسات العلمية فى طبقة الهواء ، ولا سيما دراسة الظواهر المغنطيسية هناك . فعندما وصل النبأ عن انطلاق منطاد البعثة العلمية فى روسيا ، الى اكاديمية العلوم الباريسية اقترح عضواها لابلاس وبيرتوليه فى الحال تنظيم تجارب جديدة بغية التحقق مما اذا كانت القوة المغنطيسية فى الاعالى ، بالفعل ، غير ما هى عليه على سطح الارض . وقد جرى اسناد تأدية هذه المهمة الى العالمين الفيزيائيين الشابين آنذاك غي-لوساك وبيو .

وفى ٢٤ آب (اغسطس) ١٨٠٤ توجه هذان الاكاديميان الباسلان فى رحلة جوية من حديقة مرصد الفنون والحرف ، ومعهما كل الاجهزة الضرورية للابحاث . وارتفع المنطاد الى اكثر من ٣٩٨٠ مترا . وعند هذا العلو بدآ المعاينات على تأرجحات الابرة الافقية . ولكن ذلك لم يكن بالامر السهل اذ كان المنطاد يتأرجح ويدور حول محوره . ونجح العالمان بصعوبة شديدة فى التغلب على بعض التشوش وافلحا فى تسجيل خمس ذبذبات فقط . وخيل اليهما ، رغم المعاينات السابقة ، ان قوة مغنطيسية الارض لا تضعف لدى الابتعاد عن سطح الارض ، وان سلوك الابرة فى الجو لا يختلف عن سلوكها على الارض . غير ان الرحلة تركت الكثير من الامور غير المحلولة .

لذا فقد رغبت الاكاديمية الباريسية فى تأكيد النتائج التى تم التوصل اليها . وبغية تخفيف وزن المنطاد والارتفاع الى اعلى تقرر ارسال غي-لوساك وحده فيه .

انطلق غي-لوساك مجددا بعد مرور ٢٣ يوما ، فى ١٦ ايلول (سبتمبر) ١٨٠٤ فى الساعة التاسعة و٤٠ دقيقة صباحا . وفى هذه المرة بلغ ٧٠١٦ مترا ، وهو اعلى ارتفاع بين جميع الارتفاعات

التى بلغتها جميع المناطيد السابقة * . واخذ هذا العالم عينات من الهواء وقاس حرارته ورطوبته وقام بتجارب على الابرة المغنطيسية.

باشر غى-لوساك معايناته على الابرة الافقية ابتداء من علو ٣٠١٢ مترا . وفى هذه المرة حدد زمن الذبذبة الكاملة بصورة اكثر دقة ، اذ تسنى له ان يعدّ ١٠ ذبذبات ، اى ضعف المرة السابقة . واليكم ما حصل . فان الابرة ، التى تعمل على الارض ١٠ ذبذبات فى ٤٢,٢ ثانية ، عملت الشىء نفسه على علو ٤٨٠٨ امتار فى ٤٢,٨ ثانية ، وعلى علو ٥٦٣١ مترا فى ٤٢,٥ ثانية ، وعلى علو ٦٨٨٤ مترا فى ٤١,٧ ثانية ، اى ان فترة الذبذبات اخذت فى البدء تزداد ومن ثم تنخفض . ويبدو انه لا توجد قانونية صحيحة فى قياس ذبذبات الابرة ، وبالتالى ، قوة مغنطيسية الارض.

وكان غى-لوساك يدرك انه ، من اجل اصدار قرار نهائى ، تلزم نتائج تجارب مغنطيسية اخرى ايضا ، الامر الذى كان يستحيل عمله . فى الحقيقة انه استطاع مع ذلك ان يختبر مرة واحدة انحراف الابرة وان يحدده برقم ٣٠ درجة . انه فرق هائل عن الانحراف على الارض ! فهل يمكن ، يا ترى ، تصديق هذه النتيجة الوحيدة ؟ وذلك على الرغم من انها تضاف الى غرائب سلوك الابرة ، التى لفتت انتباه زخاروف . وعلاوة على ذلك فان غى-لوساك جرب على علو ٦١٠٧ امتار تأثير الحديد على الابرة . فقد تأكد من ان المفتاح الحديدى المقرّب من الابرة يحرفها ، تماما كما يحرفها على الارض ايضا . تلك هى ، فى جوهر الامر ، كافة مواد التجربة.

الا ان غى-لوساك وبيو ، لدى مراجعتهما المعاينات التى جمعاها بعد التحليق ، لم يرتابا فى الاستنتاج بان القوة المغنطيسية هى ، بالاحرى ، قوة ثابتة فى جميع الاعالى التى يمكن بلوغها . غير انهما لم يكونا يعرفان بعد ان مغنطيسية الابرة تتوقف على الحرارة ، ولذا فان طول فترة ذبذباتها تتغير بتغير الحرارة فى مكان بعينه ووسط الظروف نفسها . وانخفاض الحرارة مقدار ٣٧ درجة ، الذى عاينه الملاح الجوى اثناء الصعود ، كان كافيا تماما لممارسة تأثير ملحوظ على الابرة . وينبغى القول ان علماء آخرين ايضا ، عاينوا

---

* ان رقم غى-لوساك القياسى هذا ظل قائما حوالى نصف قرن .

فيما بعد مغنطيسية الارض فوق سطح الارض ، – الروسى كوبفير عند سفوح جبل البروز عام ١٨٢٩ ، والبريطانيان غليشير وايفانس فى مناطيد اعوام ١٨٦٢ – ١٨٦٥ – حصلوا ايضا على نتائج متناقضة .

بعد غى-لوساك لم تحظ بالانتشار الواسع التجارب على الابرة المغنطيسية فى مناطيد . ولم تكن ثمة من حاجة الى ذلك : فان نظرية غاوس التى ظهرت بعد وقت قليل جعلت وسيلة التنبؤ بطابع مغنطيسية الارض فى اى علو كان وسيلة قوية وموثوقا بها . ولم تكن للبوصلة ايضا فائدة تذكر فى المناطيد . وسبب ذلك يكمن فى انه من اجل ايجاد خط السير وفق الابرة المغنطيسية لم يكن يكفى وجود بوصلة بل كان ينبغى ايضا معرفة اتجاه تحليق المنطاد ، وهذا ليس امرا سهلا بل ومستحيل على الاطلاق : فان «ركض» علامات الاهتداء الارضية ، الذى يمكن بواسطته اثبات وجهة طيران المنطاد ، اما يلاحظ بصعوبة من الاعالى واما لا يشاهد على العموم بسبب الغيوم . وحتى لو عرف خط السير فلم تكن ثمة اية امكانية لتصحيحه : فقد كانت المناطيد تحلق حسب مشيئة الرياح ، ولم يكونوا يحسنون ادارة اتجاه حركتها . اذن ، فقد كانت البوصلة فى المناطيد مجرد وسيلة مساعدة لا غير ، كما كان الحال فى الطائرات الاولى التى كانت تطير على علو منخفض .

والآن ، لنعد الى باغ .

. . . عند نهاية الساعة السادسة من التحليق اخذ الوقود ينفد . وراح باغ يستعد للمصير الاسود . ولكن الحظ ابتسم له فى اللحظة الاخيرة : فقد ظهرت اخيرا الارض المنقذة ! وما هى الا لحظات حتى هبط بطائرته الى الارض . وسرعان ما حلت الدهشة محل شعور الغبطة العاصفة . فهذه ليست كالفى ، ولا كورسيكا ابدا ، بل الجزيرة الايطالية الصغيرة غورغونا . يعنى ان باغ ، اذ حافظ على خط سير باتجاه الجنوب الشرقى حسب البوصلة ، كان يحلق نحو الشرق مباشرة (كان مقدار الخطأ ٤٠ درجة كاملة !) . ونتيجة لذلك وجد نفسه على المسافة ذاتها من مكان الهبوط المنشود التى كانت فى بداية التحليق ! فبم يتفسر ذلك ؟ هل بخطأ فى الحسابات ؟ ام بجرف الريح للطائرة ؟ ام بمجرد شرود الفكر ؟

ان الانحراف عن خط السير قد حصل ، اغلب الظن ، نتيجة انحراف البوصلة الذى لم يأخذه باغ بعين الاعتبار .

وفى ٥ حزيران (يونيو) ١٩١١ قام باغ بمحاولة ثانية للتحليق من نيس الى كالفى انتهت باختفاء الملاح الشجاع والطائرة دون اثر .

لقد بينت قصة باغ انه اذا كان التحليق البرى استطاع فى البدء الاستغناء عن البوصلة الدقيقة واعتبارها جهازا مساعدا ، فان البوصلة الامينة باتت بالنسبة للتحليقات فوق البحر ضرورية على الفور كما هى ضرورية فى السفينة .

وبمناسبة هلاك باغ بالذات بدأوا لاول مرة يتكلمون عن البوصلات الجوية . ففى صيف عام ١٩١١ ، ابان فترة التحليقات الدولية باريس – مدريد وباريس – ريغا وحول اوروبا ، ظهرت فى السوق اول بوصلات جوية . فقد كانت عبارة عن بوصلات جافة غير مكيفة كثيرا لظروف العمل فى الطائرات . وكانت تعمل بصورة اسوأ من البوصلات السائلة التى كانت تستخدم فى روسيا . وكان يحدث ان تأخذ لوحة البوصلة بالدوران حول نفسها بسبب الاهتزاز حالما يبدأ المحرك بالعمل .

وقد قال اخصائى روسى ، شاهد بوصلات مماثلة فى الخارج ، ان ابرة هذه البوصلة لم تكن تعرف الهدوء ابدا اثناء التحليق ، اما على الارض بعد التحليق وتوقف المحرك فقد كانت تنجذب الى هذا المحرك بصورة واضحة . واعلن طيار المانى بهذا الصدد : «ايها السادة ، لا تقلقوا بالا ! فان الابرة على الارض ينبغى ان تنجذب بالضرورة الى المحرك ! وهى تتحرر من نفوذ المحرك وتخضع لمغنطيسية الارض فقط بعد هزة لا يستهان بها (لدى تأهب الوثوب ، على الارض) وفقط لدى بلوغ علو كاف !» .

انه لامر عجيب حقا ! فبعد مرور مائة عام ونيف على التحليقات العلمية الاولى للمناطيد ،التى حاول العلماء اثناءها ان يكتشفوا (ولكنهم لم يكتشفوا مع ذلك) تغير مغنطيسية الارض ، وبعد مرور عقود كثيرة من السنين على وضع نظرية غاوس ونظرية انحراف البوصلات والقياسات المغنطيسية الارضية ، وبعد المنجزات الرائعة للجيوفيزياء والتكنيك فى القرن التاسع عشر – بعد هذا كله انوجد اشخاص عديدون ، ان لم يكن فى اوساط العلماء فبين الاخصائيين

على الاقل مع ذلك ، كانوا يؤمنون بتأثير العلو على صلاحية عمل البوصلة ! وقد حدث غير مرة ان سمعوا من طيارين فرنسيين والمان اقوالا تزعم انه كلما كان التحليق اعلى واطول كلما عملت البوصلة بصورة افضل .

وفى اوروبا الغربية فى الفترة المعنية كان الانجليز اكثر الجميع اهتماما بصنع بوصلات جوية . ففى انجلترا ، التى كانت ترغب فى استخدام سلاح الطيران من اجل الدفاع عن سواحلها ولذا كانت بحاجة الى طيران بحرى ، فهموا بصورة اسرع من الجميع اهمية البوصلة الجوية الدقيقة . واستنادا الى التقاليد الثرة فى قسم الشؤون البوصلية البحرية بدأوا فى انجلترا ، قبل الآخرين ، بتحديد ومكافحة انحراف البوصلات الجوية ايضا .

ان ظاهرة انحراف البوصلة فى الطائرة هى ، فى جوهر الامر ، مماثلة للانحراف فى السفينة . ومع ذلك فان مصاعب مكافحتها هنا اكبر . ومرد ذلك ،بالدرجة الاولى ، الى قرب وجود كتل الحديد والفولاذ ، وكذلك الى ان هذه الاجزاء المغنطيسية متجمعة دائما تقريبا من الامام ام من الوراء بدلا من ان تكون موزعة بصورة متساوية نوعا ما كما فى السفينة . فى بادئ الامر كانت تستخدم طريقة مبسطة لاجل ازالة الانحراف فى الطائرات ، علما بانهم كانوا قبل بدء الاعمال المعنية يشغّلون المحرك عندما تكون الطائرة جاثمة على الارض وينتظرون ريثما تهدأ لوحة البوصلة . وكان الاعتقاد السائد انه اذا كان الانحراف غير موجود على الارض فلن يكون له من وجود فىالجو ايضا .

وفى اول الامر كانوا ينقلون الى الطائرات اجهزة السفينة بدون اية تغييرات مبدئية تذكر . الا انه سرعان ما بات واضحا ان البوصلة الجوية يجب ان تكون جهازا خاصا . اولا ، يجب عليها ان تكون صغيرة الحجم : فان كابين الطائرة الضيق ليس على الاطلاق سطح السفينة الفسيح . علما بانه ينبغى تثبيته فى لوحة الاجهزة امام الطيار مباشرة . ثانيا ، ان البوصلة الجوية يجب ان تكون ضعيفة التأثر بالاهتزازات الشديدة ، اى انه ينبغى وضعها على رادعات اهتزاز خاصة .

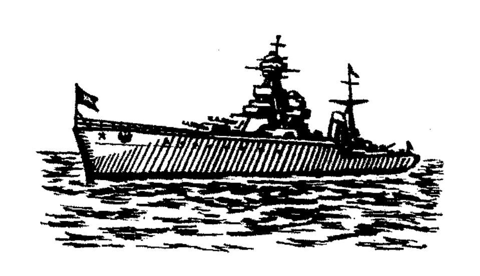
ويجب على البوصلة لدى ذلك كله ان تتحلى بامانة واستقلالية

عاليتين . ففى السفينة ، حيث يوجد بضع بوصلات وضابط الملاحة ومساعد او مساعدان له ، يتوفر الوقت الكافى ، نظرا لسير السفينة البطىء ، لاجل تحديد الانحراف وازالته . اما فى الطائرة فغالبا ما توجد بوصلة واحدة وضابط ملاحة واحد وغالبا ما هو الطيار كذلك ، ويكون وقت وامكانيات تصحيح الانحراف غير كافية ابدا .

واذا كان الانحراف يعتبر المرض الرئيسى للبوصلة البحرية فان العلة الخطيرة للبوصلة الجوية هى انها تعمل بصورة غير صحيحة لدى قيام الطائرة بحركات دائرية . وقد جرى استيضاح سبب هذه الظاهرة بسرعة . فعندما كانت الطائرات تقوم بحركات دائرية كانت القوى الطاردة المركزية تحرف وضع لوحة البوصلة بالنسبة للافق وتبدأ بالتأثير عليها المحصلة العمودية لمجال الارض المغنطيسى .

ان الطائرات العصرية مجهزة بوسائل ملاحية ممتازة . وتساعد الاتمتة والآلات الحاسبة الطاقم فى قيادة الطائرة . ولم تعد البوصلة تجد مكانا لها فى اية طائرة كانت . فقد بقيت فقط فى الطائرات الصغيرة .

لقد اعتاد الطيارون القدماء على البوصلة واحبوها لدرجة انهم ، اذا لم تكن موجودة فى الكابين ، يعلقونها احيانا بصورة اعتباطية ، فهى لا تضايق احدا ، وبصحبتها تكون النفس اكثر اطمئنانا واماانا .



الفصل الثامن عشر

الولادة الثانية

في النصف الثاني من القرن الماضي ولجت روسيا مواقع متقدمة في حقل الشؤون البوصلية . فقد كانت مصلحة البوصلات في الاسطول تملك مرصدا رائعا في كرونشتادت واجنحة في مرافئ اخرى ، ومشاغل لادوات الملاحة ، واجهزة وأدلة امينة للملاحة ، وكادرات ممتازة كانت تعدها المدرسة والاكاديمية البحريتان .

وفي جميع اساطيل العالم كانوا يعرفون بيلافينيتس وكولونغ ويبجلانهما . وكان يمكن عدم الشك في انه سوف ينوجد من يستلم عصا التتابع من الرائدين الاولين وينطلق بها الى امام بكل استحقاق .

. . . في مطلع عام ١٨٨٦ اقامت الجمعية التكنيكية الروسية «المعرض الالكتروتكنيكي الاول» ، حيث عرض ، من جملة ما عرض ، حارف كولونغ وما يسمى دروموسكوب ضابط الاسطول لفرنسي فورنييه .

ما هذا الجهاز ، الدروموسكوب ؟ انه جهاز معقد ميكانيكي ماما ، بدون اى مغنطيس ، يطبق قانون تغير الانحراف تبعا لخط سير السفينة . بعبارة اخرى نقول ان الدروموسكوب هو نوع من لآلة الحاسبة التي يمكن بواسطتها في الحال ، بدون اجراء اية

حسابات باليد ، معرفة خط السير الحقيقى للسفينة . وعليه ، فان هذا الجهاز يعتبر مساعدا لضابط الملاحـــة لا يستعاض عنه لدى رسم خط السير . والجهاز الاول من هذا النوع اخترعه باوغيـــر مدير المدرسة البحرية العليا فى تريســـت عام ١٨٧٣ ، والجهاز الثانى اخترعه فورنييه . وكان ثمنه باهظا ، بالطبع .

وجرى تكليف الادارة الهيدروغرافية الرئيسيـــة بدراسة هذا الجهاز غير الاعتيادى . وقد قام بذلك ، بناء على طلـب كولونغ ، خريج المدرسة البحرية كريلوف . وفى خريف العام نفســه نشرت دار «المجموعة البحرية» مقالتين له : واحدة عن نظرية دروموسكوب فورنييه ، والثانية عن دروموسكوب من صنعه هو .

وكان كريلوف فى ربيع ذلك العام قد قدم وصفا عن اختراعه الى اللجنة العلمية البحرية . وفى ٣ ايار (مايو) توصلت اللجنة فى جلستها الى استنتاج مفاده ان جهاز كريلوف افضـــل من الاجهزة الاجنبية بكثير : يفوقها فى الدقة ، واكثر بساطة ، وارخص بما لا يقاس ، والاهم انه يستطيع اداء مهام كثيرة علاوة على مهمتـــه الاساسية . وقررت اللجنـــة مكافأة كريلوف ، واوصت باستعمال هذا الجهاز فى سفن الاسطول الحربى .

وهكذا كان . ففى غضون سنوات عديدة جرى بصورة واسعة استعمال جهاز كريلوف فى الاسطول ، واحرز نجاحا فـــى معارض كثيرة بما فيها المعارض الدولية .

وفيما بعد انهى كريلوف الاكاديمية البحريـــة بتفوق ، وفيها بالذات درّس ووضع نظريتـــه الخاصة عن السفن . واصبـــح الاكاديمى كريلوف ذا شهرة عالمية كعالم فى بناء السفن وفـــى الرياضيات .

وكان يكنّ حبا جما للبوصلة . ومما لـــــه دلالته ان احدى المكافآت الاخيرة – جائزة الدولة مـــن الدرجة الاولى – منحـــت لكريلوف عـــام ١٩٤١ لقاء اعماله المتعلقـــة بشؤون البوصلة بالذات .

وبأعمال بيلافينيتس وكولونغ وكريلوف وتلامذتهم واتباعهم – الاخوين اوغلوبلينسكى وبافلينوف ودوموغاروف وغيرهـــم – انشئت المدرسة الوطنية لنظرية البوصلة المغنطيسية .

ومنذ ذلك الحين الذى عمل فيه هؤلاء العلماء خطت شؤون البوصلة خطوات واسعة الى الامام . واصبحت البوصلات اكثر اتقانا ، وظهرت انواع جديدة عديدة من الاجهزة الحساسة المغنطيسية ، وانتشرت البوصلات انتشارا واسعا في الطيران والاجهزة الفضائية .

ان علم مغنطيسية السفن ، الذى كان في بادئ الامر موجها نحو تخفيف انحراف البوصلات ، قد استخدم على نحو جديد فى اعوام الحرب العالمية الثانية وانقذ آلاف الارواح في الاسطول . فاعتبارا من تشرين الثانى (نوفمبر) ١٩٣٩ بدأت المانيا الفاشية بالاستخدام الواسع للالغام المغنطيسية التى تنفجر لدى تأثير مجال السفينة المغنطيسى عليها . وقد تكبد الاسطول البريطانى خسائر فادحة من جراء سلاح الالغام الجديد . ولم تكن الحرب قد اندلعت بعد فى الشرق ، ولكن ضرورة الاسراع في تطبيق المنظومات المضادة للالغام كانت امرا ملحا للغاية في الاتحاد السوفييتى . وكانت الفكرة الاساسية لهذه المنظومات تكمن في ازالة تمغنط السفينة ، التى ارسى اساسها ، كما نذكر ، بيلافينيتس بوضعه بوصلات على سفينة «بيرفينيتس» . وكانت معروفة طريقتان اساسيتان لازالة التمغنط : فى محطات ثابتة مجهزة تجهزا خاصا لاجل ذلك (طريقة ازالة التمغنط بدون لفائف حيث يجرى ، اساسا ، القضاء على المركّبة الدائمة لمغنطيسية السفينة) وازالة التمغنط بواسطة لفائف ناقلة للتيار موجودة بصورة دائمة على السفينة وتحولها الى كهرمغنطيس ضخم (طريقة ازالة التمغنط بواسطة اللفائف حيث يجرى القضاء على الجزء الحاث من اجزاء مغنطيسية هيكل السفينة ، الذى يولده مجال الارض المغنطيسى) .

وفى الاتحاد السوفييتى كانوا مستعدين للقيام بهذا العمل . ففى تشرين الاول (اكتوبر) ١٩٣٨ جرت تجربة اول جهاز فى العالم لازالة التمغنط فى بارجة «مارات» المدرعة الثقيلة . ولكن كان ما يزال يترتب القيام باعمال كثيرة جدا : وضع جهاز جديد لقياس المغنطيسية ، دراسة مغنطيسية عدد كبير من السفن ، تصميم وصنع اجهزة مزيلة للتمغنط ، ضمان العمل الطبيعى للبوصلات لدى وجود لفائف مزيلة للتمغنط على متن السفينة ، القيام بتدابير

تنظيمية مطابقة . . . وفى مدة قصيرة للغاية ، وبفضل العمل البطولى المتفانى للعلماء والبحارة والعاملين فى صناعة بناء السفن ، تم فى الاسطول البحرى الحربى السوفييتى تحقيق وسائل فعالة لحماية السفن من الالغام والتوربيدات المغنطيسية . ولم تنفجر سفينة واحدة مجهزة بحماية كهذه !

وقدرت الحكومة السوفييتية تقديرا عاليا عمل العلماء والبحارة الحربيين فى ميدان ازالة تمغنط السفن . وفى نيسان (ابريل) ١٩٤٢ منحت جائزة الدولة من الدرجة الاولى الى مجموعة من الرفاق وعلى رأسهم الرئيس الحالى لاكاديمية العلوم السوفييتية الكسندروف والعالم السوفييتى البارز كورتشاتوف .

وراحت البوصلة تتحسن نوعا ، وتتغير شكلا ، وتولد من جديد . . . وذلك بفضل النجاحات الرائعة لعدد من فروع العلم والتكنيك ، وبالدرجة الاولى الالكتروتكنيكا .

فى بادئ الامر كان ادخال الكهرباء الى السفن يجلب للبوصلة المصائب فقط . والحال ان ارستيد كان قد اكتشف ان التيار الكهربائى يؤثر على ابرة البوصلة . والآن فان المولدات الكهربائية العاملة وبطاريات المركمات والمصابيح الكاشفة واسلاك الانارة الكهربائية العامة للبوصلات ، وما شابه ، باتت مصادر شذوذات جديدة فى اشارات البوصلات . والانحراف الجديد ، الذى ينشأ لدى تشغيل التيار ، دعوه الانحراف الكهرمغنطيسى .

وكان كولونغ عام ١٨٨٦ قد عاين لاول مرة تأثير الانارة الكهردينامية فى اليخت الامبراطورى «درجافا» . وقد تبين ان جزءا من الانحراف الكهرمغنطيسى يتغير بالتناسب مع التيار . ولم يكن من الممكن بعد القضاء على هذا الانحراف بالاساليب التقليدية — بالمغنطيسات الدائمة والحديد اللين . فما العمل ؟ أفلن يتسنى ، يا ترى ، لكولونغ والتكنيكى الكهربائى دوبروف الذى كان يعمل معه التغلب عليه ؟ ولكن اتضح ان المخرج من الوضع الحرج كان بسيطا للغاية . فقد حوّل دوبروف جزءا من التيار الضار ومرّره عبر ملف لولبى موضوع تحت البوصلة . واخذ المجال المغنطيسى للملف اللولبى يقضى بصورة آلية على التشوش المتغير . ان

الطريقة التى استخدمها دوبروف ترسو فى اساس جميـــع الاجهزة العصرية لموازنة الانحراف الكهرمغنطيسى .

اجل ، لقد كانت البوصلة تتطور ايضا مـــع التطور العاصف لبناء السفن . ولكن كان تكيفها مع الظروف على سطح السفينـــة يزداد صعوبة عاما اثر عام . اذ توجد على متنها آلات وقطع ثابتة ومتحركة ودوارة كثيرة العدد بحيث يستحيل تصور انه يمكـــن ازالـــة الانحراف فى السفينـــة كليا . زد على ذلك انه يجـــب نصب البوصلة فى مكان معرض اقل ما يمكـــن لاهتزازات ماكنات السفينة والصدمات الناتجة عن اطلاق نيران المدافع ، وللتسارعات التى تنشأ اثناء التناور والتأرجـــح ، وللاحوال الطبيعية غيـــر الملائمة .

ثم حاول الآن ان تلبى فى آن واحد جميع هذه المطالـــب وان تختار مكانا مناسبا لاجل جهاز الملاحة الرئيسى هذا – البوصلة .

القاعدة المتّبعة ان افضل الظروف لاجـــل نصب البوصلـــة المغنطيسية هى الاماكن البعيدة عـــــن مراكز القيادة وعن تلك الاماكن التى تكون فيها اشاراتها ضرورية . ولكن ، أفـــلا يمكن ، يا ترى ، وضع البوصلة فى مكان ، ونقـــل اشاراتها الى المكان الذى يحتاجون فيه اليها ؟

ان فكـــــرة البوصلة المغنطيسية الموضوعة على بعد ليست بالفكرة الجديدة . ويمكـــــن تحقيقها ، قبل كـــل شىء ، بوسائل بصرية . غير ان بوصلات من هذا النوع لم تحظ بالانتشار الواسع نظرا لسيئاتها الكثيرة .

ولكن ، ماذا لو استخدمت الكهرباء مـــن اجل نقل اشارات البوصلة ؟ ان عمر المحاولات الاولى لتصميـــم «بوصلات كهربائية» اكثر من مائة عام . فقد اثار دهشة غير قليلة فـــى نفوس زائرى المعرض العالمى الباريسى عام ١٨٧٨ اختراع السيد بيسون الذى كانت فيه حركة ابرة البوصلة تنقل بطريق كهربائى دائم الى جهاز مردد . الا انه لم يكن فى وسع البحارة استعمال بوصلـــة بيسون لان تصميمها كـــــان فظا ويتخلف فى امور كثيـــرة عن البوصلة المستعملة فى الاسطول . ان مستوى تكنيك ذلك الزمن لم يكـــن يسمح بعد باستدرار جميع الفوائد من المبادئ الجديدة لنقـــــل

الحركة والاشارات الى مسافة بعيدة . فقد كان ما يزال يترتب على العلماء والمهندسين والمخترعين اجتياز طريقا طويلة وشاقة من الابحاث والاكتشافات والمتاهات . واحتاج الامر الى سنوات وسنوات من الابحاث فى مختلف ميادين الهندسة الكهربائية . وكان ينبغى انتظار ولادة وازدهار علم الالكترونيك (الالكترونيات) والآلات الحاسبة ونظرية المنظومات المتابعة والكثير غيرها لكى تظهر البوصلة المغنطيسية الحديثة .

ويختبئ فى احشائها ، المحبوكة بكثرة من الاسلاك ، شتى انواع المحركات الكهربائية الدقيقة ، والمحولات الدوارة ، ومقاييس فرق الجهد ، والآليات والمكافئات ، والمكبرات الالكترونية . . . وهى تستطيع :

– نقل المعلومات من العنصر الحساس المغنطيسى (ولنسميه الابرة) الى اى مكان فى السفينة او فى الجهاز الطائر والى اى مسافة كانت ؛

– اعادة انتاج المعلومات بأى عدد كان (مبدئيا) من الاجهزة المعيدة ؛

– تبيان المعلومات بكاشف ذى ابرة وهو جهاز ذو دليل مرقم ، ولوحة ضوئية الخ ؛ تسجيلها بآلة ذاتية الكتابة او شريط مغنطيسى ، وما شابه ؛

– ادخال التصحيحات اوتوماتيكيا ، المتعلقة بالانحراف والميل المغنطيسى وغيرهما ؛

– تخفيف وتلطيف الاضطرابات الناتجة عن الاهتزاز والتأرجح ؛

– قياس لا الاتجاه المغنطيسى فقط بل مقدار مجال الارض المغنطيسى ايضا ؛

– العمل بالارتباط مع سائر اجهزة التوجيه ؛

– استعمالها كاجهزة مرسلات للطيارين الاتوماتيكيين والسائقين الآليين لاجل توجيه الحركة بصورة اوتوماتيكية . . .

ورغم كل ذلك فان مقاييس البوصلة الحديثة ليست كبيرة .

لقد تغيرت كثيرا المجموعة المغنطيسية الحساسة

الاساسية ، فى البوصلة . ومن بوصلات كثيرة اختفت . . . الابرة كليا !

على امتداد قرون كان الفعل الاقتدارى ، الميكانيكى ، المظهر الوحيد المعروف للمجال المغنطيسى ، وهذا الفعل بالذات كان يستخدم فى اجهزة القياس المزودة بابرة . ولكن ظهرت ، بفضل اكتشاف التأثير الكهرمغنطيسى وعدد من الظواهر الاخرى التى تولدها المجالات المغنطيسية ، ظهرت امكانيات جديدة غير اعتيادية البتة لقياس هذه المجالات ايضا . وعلى اثر ذلك ظهرت ايضا اجهزة جديدة للقياس المغنطيسى .

ان جميع «الابر» المغنطيسية الحساسة تتعرض لفعل الانحراف . فهل يمكن ، يا ترى ، التخلص من هذا الخلل ؟ وهل يمكن صنع بوصلة مثالية تشير دائما الى دائرة الطول الحقيقية ؟

ان الجميع يعرفون ميزة الخذروف الرائعة الذى يدور على محوره العمودى . فاية قوة تبقيه دائرا على محوره ولا تسمح له بالوقوع ؟ طوال الفى سنة بقى الخذروف لعبة رائعة للاطفال . وقليلون فقط اثارت اهتمامهم مسألة اية فائدة عملية يمكن استخلاصها من مزايا الخذروف الرائعة .

فى ٢٧ ايلول (سبتمبر) ١٨٥٢ عرض العالم الفيزيائى الفرنسى اللامع ليون فوكو على الاكاديمية الباريسية جهازا علميا دعاه هيروسكوب ، اى يعنى ما باليونانية «مؤشر الدوران» . وهو عبارة عن علبة ذات اطارين . فى الاطار الداخلى خذروف دوّار ملفوف على محوره خيط متين من اجل تدويره ، والاطار الخارجى ، المثبت بخيوط من الحرير غير المجدول ، يمكن ان يدور حول محوره العمودى . وعليه ، فان باستطاعة محور الدوّار ان يتخذ فى الفضاء اى وضع كان . وبواسطة هذا الجهاز البسيط عرض فوكو ، وسط دهشة الاكاديميين ، دوران الارض ، واستخلص الاستنتاج التالى بدون اية معادلات رياضية : «ان دوران جسم على سطح الارض كاف ، بدون اية معاينات فلكية ، من اجل الاشارة الى مسطح دائرة الطول» . تلك هى فكرة البوصلة «المثالية» !

ولكن كان ينبغى ، من اجل صنع بوصلة كهذه ، حل جملة من المسائل الصعبة . وكانت فكرة صنع هذه البوصلة مغرية للغاية

استهوت العلمـــاء والاخصائيين واشخاصا بعيدين عن المهـــن التكنيكية .

واليكم بعض الصفحات من تاريخ هذا الاختراع العظيم .

عام ١٨٦٥ . قام الفرنسى تروفيـــه بتحسينات هامة . فصنع اول بوصلة هيروسكوبية . ولكن هذا الجهاز كان يعمـــل بصورة سيئة .

عام ١٨٧٨ . بعض النماذج المماثلة لبوصلة تروفيه صنعهـــا العالم الفيزيائى الاميركى هوبكنز . وفى معرض باريس العالمى ، وبالاضافة الى بوصلات تومسون وبيسون ، عرضت بوصلـــة الفرنسى دوبوا التى كانت تدور مدة ١٢–١٥ دقيقة فقط .

عام ١٨٨٧ . عرض دوبوا اختراعا جديدا ، وضع فى فرغاطـة فرنسية متوجهة الى الهند الشرقية ، ولكنه لم يبرر الثقة به .

عام ١٨٨٤ . اقترح وليام تومسون استخدام جهاز هيروسكوبي لتخفيف الاحتكاك فى السائل .

عام ١٨٨٦ . الكاهن الهولندى مكسيم هيرارد فـان دن بوس حصل فى المانيا على براءة باختراع «بوصلـــة جديدة للسفن» . واشترت اختراعـــه فى الحال شركة «سيمنس» . غيـــر ان هذه «البوصلة الدوارة» ، بعد اجراء التجارب عليها ، «كانت . . . مجرد وهم» حسب تعبير صاحب الشركة .

عام ١٨٩٦ . صنع استاذ علم النفس آخ بوصلة تعمل عـــلى الهواء المضغوط ، وجرت تجربتها فى البحر ، ووصفت بانها «ذات مستقبل» . الا انها لم تكن تحافظ على الاتجاه الا فى مدة محدودة .

واخيرا ، جاء دور هاو سطحى آخر فى التكنيك ليقول كلمته . هاو سطحى فى البدء فقط . ولكن مع مرور الزمن سوف يعتبـــر مخترعا عبقريا اسدى قسطا لا يقدر بثمن فى الهيدروسكوبيا .

كان غيرمان انشيوتس-كيمبفيه شخصا عجيبا . فـــى البدء درس الطب ، ومن ثم تاريخ الفنـــون ، وفى عام ١٨٩٦ نال درجة دكتور فى الفلسفة لقاء تحليلاته للوحات رسامى البندقية فى القرن السادس عشر . ثم ولع ولعا شديدا بفكرة بلوغ القطب الشمالى ، واشترك فى بعثتين قطبيتين ، ونوى تنظيم بعثة خاصة به لاجـــل الوصول الى القطب فى غواصة . فى تلـــك الاعوام بدا مشروعه

خياليا بالنسبة للكثيرين . . . ولكنه واصل الدفاع عن مشروعه آملا بالاهتداء فى رحلته بواسطة بوصلة هيروسكوبية .

النموذج التجريبى الاول للجهاز – وهـــو دوار نحاسى كبير عائم – جرى تجريبه عام ١٩٠٠ . . . فى احد المسابح الشعبية . واخذت النماذج تتحسن عاما اثر عام ، واخيرا فـــى عام ١٩٠٤ انتشرت التجارب على نطاق واسع فى البحر فى منطقة كالى . وكان محور الدوار ، عندما يكون البحر هادئا ، يحافظ على اتجاهه فـــى غضون بضع ساعات . الا ان الدراسات الدقيقة اظهرت انه لـــن يكون بالامكان صنع بوصلة موثوق بها وفق الرسم التخطيطى الاولى للجهاز .

وبعد قليل من الزمن تخلى انشيوتس عـــن تحقيق المشروع القطبى ، واسس فى كالى شركـــة «انشيوتس وشركاه» . وبات هدفا لاحقا لحياته صنع بوصلة ملائمة عمليا للسفن غير مرتهنـــة لمجال الارض المغنطيسى .

ومن جديد اعوام من الابحاث الاخاذة والمتوترة للغاية ، ومـــن جديد تستحيل الخواطر الساطعة الى متاهات عميقة ، والآمال المسرّة الى خيبات امـــل مريرة . وما دام لم تكن توجـــد نظرية علمية للهيروسكوب كان المخترعون يتيهون فى دياجير الظلام ، اما عندما كان العلماء يقبلون على وضع هذه النظريـــة فكانوا يتورطون فى متاهات من المعادلات والصيغ . وبدت نظرية هذه الاجهزة الذكية وكأنها مستعصية الحل . وتوصل احد العلماء ، بعد ان تمعّن فـــى المسألة ، الى استنتاج لا يثير الاطمئنان : ان البوصلـــة الدوارة ، الموضوعة على اساس غير متحرك ، يمكن ان تعمل بدون خطا ، غير ان «بوصلة كهذه غير صالحة للاستعمال فى طاقم متحرك» . الا ان انشيوتس المتحمس المتوقد للبوصلـــة الهيروسكوبية لم يوافق اطلاقا على ذلك . ووجد ابن اخيـــه ، المهندس الموهوب الشاب ماكس شولير الذى ادخل حتى ذلـــك الحين عددا من التحسينات الهامة على تصميم الجهاز ، امكانيات لبشر بالامل فى ازالـــة العيوب الاساسية لهذه البوصلة .

واخيرا ، اصبح جاهـــزا النموذج الاول ، الموفق للغاية ، للبوصلة الهيروسكوبية ، وعند اواسط العقد الاول مـــن القرن

العشرين اصبح هذا الجهاز يخدم بصورة واسعة وبنجاح سفن الاسطول الالمانى ، بما فيها الغواصات ايضا . وتحقق حلم انشيوتس القديم . ولكنه لم يكتف بما تم التوصل اليه ، وواصل تحسين مولوده .

وفى عام ١٩٢٥ ظهرت بوصلة هيروسكوبية اطلقت عليها تسمية «بوصلة انشيوتس الجديدة» . وسرعان ما ازاحت جميع التصاميم السابقة . وكانت ، حتى بالنسبة للشخص المتضلع فى التكنيك ، تبدو مجرد معجزة . تصوروا : داخل كرة معدنية تسبح فى الماء بكل حرية كرة اخرى يشير قطر من اقطارها بثبات وبدقة فائقة الى اتجاه شمال جنوب ! والكرة الداخلية لا تلامس اى شىء وتقف فى وسط الكرة الخارجية حتى ابان التأرجح الشديد واية مناورات كانت من جانب السفينة ! ان السر الرئيسى فى ذلك يكمن فى ان الكرة الداخلية محشوة ببوصلات هيروسكوبية . زد على ذلك انه توجد ايضا فى الجهاز بضعة حلول تصميمة غير متوقعة . فالتيار الثلاثى الاطوار يجرى ايصاله الى محركات البوصلات الهيدروسكوبية بواسطة الكترودات طريفة بطريقة لاتلامسية — عبر الماء مباشرة : فباضافة الحامض يصبح الماء موصلا للتيار . ولاجل ضبط مركز الجهاز الهيروسكوبى داخل الكرة المملؤة بالماء جرى لاول مرة استعمال تعليقة كهرمغنطيسية * ! ومخترعها هو البرت انشتاين العظيم الذى كان يتعاون مع شركة «انشيوتس وشركاه» .

لقد كانت «بوصلة انشيوتس الجديدة» ، كما يرى القارئ ، جهازا معقدا وغالى الثمن وثقيل الوزن (كان يزن ، بالاضافة الى الادوات المساعدة ، حوالى ٥٠٠ كيلوغرام !) . ولم يكن استخدامه امرا مبررا الا فى السفن الضخمة . وكان الامر يتطلب اجهزة اكثر بساطة واقل حجما يمكن استخدامها فى الطائرات والمناطيد ، وفى الجيوديزيا والتعدين وميادين اخرى . وظهرت انواع مختلفة من

* التعليقة هى الحالة التى يكون فيها الجسم حائما فى الجو «بالاستناد» على مجال مغنطيسى غير مرئى للتيارات الدوامة التى تدعى كذلك ، بالمناسبة ، تيارات فوكو .

هذه البوصلات الهيروسكوبية . ولكنها كانت ، بالطبع ، تتخلف من حيث الدقة عن بوصلات انشيوتس .

ومع مرور الزمن انتشر استعمال ما يسمى بالبوصلة شبه الهيروسكوبية التى تقاوم التأثيرات الخارجية بنجاح وتحافظ على وجهة السير بكل امان . ولكن يمكن الاهتداء بها مدة محدودة فقط لانها تكدس الاخطاء تدريجيا اثناء السير . الا انه تبين ان هذا الجهاز مريح جدا اذا استخدم سوية مع البوصلة المغنطيسية : فقد كانوا يستخدمونه ، فى الطيران مثلا ، على النحو التالى : يحافظون على خط السير حسب مؤشراته مدة ١٠-١٢ دقيقة ، ثم يقارنونها مع مؤشرات البوصلة المغنطيسية . وعندما يبلغ الفرق فى المؤشرات ٢-٣ درجات يجرون التصحيحات الضرورية عليه .

ولكن ، ماذا لو جمعنا البوصلة شبه الهيروسكوبية والبوصلة المغنطيسية بـ«عرى» اشد متانة بحيث تعمد البوصلة المغنطيسية بصورة دائمة واتوماتيكية الى تصحيح خطأ البوصلة شبه الهيروسكوبية ؟ لقد بات ذلك امرا ممكنا فى العقود الاخيرة من السنين فقط .

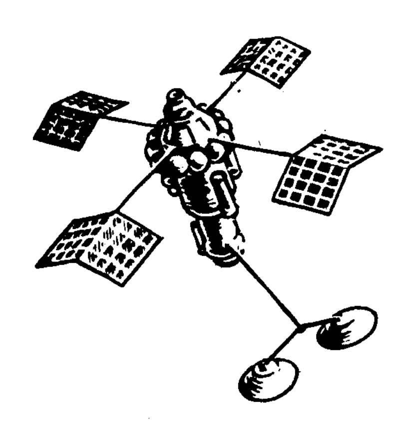
لقد كان صنع بوصلات مغنطيسية هيروسكوبية بمثابة ولادة جديدة للبوصلة المغنطيسية القديمة . ان البوصلات الهيروسكوبية الحديثة اجهزة رائعة . ويمكن ان يدخل فى قوامها ثلاثة انواع من البوصلات : البوصلة المغنطيسية ، والبوصلة الهيروسكوبية ، والبوصلة شبه الهيروسكوبية . فالاولى ، كما نعلم ، تشير الى دائرة الطول المغنطيسية . وهى ذات استقلالية كبيرة ، ولكنها تتعرض لفعل التشوشات المغنطيسية ، وهى لا تصمد بشكل كاف امام الاضطرابات الميكانيكية . والثانية تحافظ على دائرة الطول الحقيقية ولكنها لا تعمل اذا كانت موجودة على مقربة من القطبين الجغرافيين للارض ، وتتأثر بالتسارع . والثالثة اقل من البوصلة الهيروسكوبية تأثرا بالتسارع . وهى تستطيع ان تعمل فى منطقة القطب ، ولكنها ذات انسياق جانبى دائم ، اى ذات خطأ متغير فى الزمن . وجميع هذه البوصلات يمكن تشغيلها فى مجموعات مختلفة : بوصلة مغنطيسية - بوصلة هيروسكوبية ، بوصلة مغنطيسية - بوصلة شبه هيروسكوبية ، بوصلة مغنطيسية -

بوصلة هيروسكوبية – بوصلة شبه هيروسكوبية ، بوصلـــــة هيروسكوبية – بوصلة شبه هيروسكوبية . ان العمـل المشترك للبوصلات ، القائمة على مبادئ عمل مختلفة ، فى مجموعـة واحدة يزيد الى حد كبير دقة هذه المجموعة بالقياس الى دقة كل بوصلة على حدة .

غير ان البوصلة المغنطيسية الهيروسكوبية ايضا لم تعـــد بالنسبة لاجهزة اشارة السير سوى يوم ولّى زمانه . فقـد اخذت تضاف الآن الى البوصـــلات المغنطيسيـــة الهيروسكوبيـــة والمغنطيسية ، اكثر فاكثر ، بوصلات لاسلكية وبوصلات فلكية . وذلك كله يجرى ربطه بواسطة الحاسبات الالكترونية للسفن فـى منظومات توجيه موحدة . وعلاوة على ذلك تقدم الاقمار الصناعيـة الملاحية المساعدة للبوصلات التقليدية .

ان «بوصلات» اليوم لا تشير الى خط الاتجاه ، بل هى بمثابة ادلاء بالمعنى المباشر لهذه الكلمة : فبـ «ايدى» السائقين والطيارين الميكانيكيين تقود السفن والاجهزة الطائرة ، تقودها بصورة افضل من ضابط الملاحة نفسه .

ولكن الابرة المغنطيسية تبقى العنصر الذى لا بـــد منه لهذه الاجهزة «الذكية» .



الفصل التاسع عشر

الابرة المغنطيسية تقود القمر الصناعى

فى المركز الاميركى للتحليقات الفضائيـة باسم هودارد كان القلق يزداد يوما بعد يوم . وتواصل توارد الانباء غير المطمئنة من مركزى القيادة والاستقبـال القائمين فى جزر هاواى وفورت مونموت (ولاية نيوجيرسى) ، واللذين كان يؤمنان توجيـه القمر الصناعى «تايروس — ١» . وبيّن تحليل الصور التلفزيونية لغطاء الارض السحابى ، التى تم الحصول عليهـا من متن هذا القمر الصناعى الاميركى الاول للارصاد الجويـة بعد وقت قصير من اطلاقه ، ان توجهه قد اختلّ وان حركته تختلف عن الحركـة المحسوبة له .

اذن ، ما الامر ؟ لقد كان بوسع التاثيرات الخارجية ان تكون السبب فى السلوك الغريب للقمر الصناعى . ولكن ، لدى تصميم القمر الصناعى أُخذت فى الحسبان ، كما خيّل ، جميع المصادر المحتملة لامثال هذه التاثيرات . . . ومن جديد وجديد درس عاملو المركز بكل دقة وعناية التاثير الذى تحدثه على حركة القمر الصناعى قوى الجاذبية ، والاشعاع الشمسى ، وقوى ديناميكا الهواء ، وحتى النيازك الدقيقة والغبار الفضائى ، ولكن بدون جدوى . . .

ماذا لو كان اختلال توجه «تايروس» يعود بالذات الى ظواهر مغنطيسية ؟ الى مجال الارض المغنطيسى ؟

لا ندرى بالضبط من الذى خطـــرت على باله هذه الفكرة البسيطة ، ولكنهم قرروا التحقق منها . واخذوا يحللون على النحو التالى : لنفرض ان القمر الصناعى يملك بعض التمغنط المتبقّى . عند ذلك فان هذا القمر ، من حيث المبدأ ، سوف يتفاعل مع مجال الارض المغنطيسى كما تتفاعل معه الابرة المغنطيسية للبوصلـــة العادية . علما بان التفاعل سيكون ، بطبيعة الحال ، اكبر بمقدار ما يكون اكبر العزم المغنطيسى للقمر الصناعى وقدرة مجال الارض فى نقطة معينـــة من المدار . هذا صحيح ، ولكن الابرة الصغيرة للبوصلة على الارض حيث المجال المغنطيسى اكبر ، شىء ، والقمر الصناعى الذى يزيد وزنه عن ١٠٠ كيلوغرام على علو مدارى ، شىء آخر . ثم من اين تنوجد المغنطيسية فـــــى القمر الصناعى الذى يصنع ، على العموم ، من مواد غير ممغنطة ؟ ان ذلك عائد ، على اقل تقدير ، الى انه يمكن ان توجد فى القمر ضمن الاجهـــزة الالكترونية عناصر تحتوى لاول وهلة على كمية ضئيلـــة جدا من المواد الحديدية الممغنطـــة . وهـــى : اجزاء المرحّلات والاجهزة الالكتروميكانيكية والمحركات الكهربائية ، وما شابه . كما يمكن ان تولّد العزم المغنطيسى دوائر التيار المغلقة فى اجهزة القمر .

وعندما اخذوا ذلك بالحسبان بكل دقة وحلوا المسألة بواسطة الحاسبة الالكترونية تبددت الشكوك . فالقمر الصناعى يحرفه عن مداره ، بالفعل ، مجال الارض المغنطيسى !

ولكن ، اذا كان تأثير هذا المجـــال قويا الى هذا الحد أفلا يمكن ، يا ترى ، استخدامه لقيادة القمر الصناعى ؟ لذا فقد تم تجهيز القمر الصناعى الثانى من سلسلة «تايروس» ، الذى اطلق فى ٢٣ تشرين الثانى (نوفمبر) ١٩٦٠ ، بمنظومة جديديـــــة ، «مغنطيسية» ، للقيادة .

لا ينبغى الظن بانه لم تكن امرا معروفا فى ذلك الزمن امكانية استخدام مجال الارض المغنطيسى لاجل قيادة الاجهزة الفضائيـــة . فبعد اطلاق القمر الصناعى الاول مباشرة اشار الى هذه الامكانية فى الاتحاد السوفييتى الاكاديمى حاليا راوشنباخ ومساعدوه .

المرة الاولى التى استخدم فيها مجال الارض المغنطيسى لاغراض التوجيه كانت فى السبوتنيك السوفييتى الثالث . وكان على متنه

جهاز لقياس المغنطيسية من طراز ذاتى التوجيه . فقد كان المحور الحساس لـ «ابرته» المغنطيسية - المسبار الحديدى - يتلاقى ، فى اية لحظة كانت من الزمن ، بمنظومة تتبعه مع اتجاه خط توجه مجال الارض المغنطيسى . اى انه كان ، من حيث تصميمه ، شبيها ببوصلة عمودية اتوماتيكية . وكان الغرض الرئيسى لهذا الجهاز ، بالطبع ، قياس المقدار الكامل لمجال الارض . الا انه كان ، الى جانب ذلك ، يقيس ايضا بصورة اتوماتيكية ويرسل الى الارض وضع محور المسبار الحديدى بالنسبة لجسم السبوتنيك . وكان ذلك يتيح تتبّع اتجاه السبوتنيك فى الفضاء .

وما ان بوشر باستخدام اجهزة قيـــاس المغنطيسيـــة فى السبوتنيكات (سواء من اجل مراقبـــة الاتجاه كما فى السبوتنيك الثالث ام من اجل دراسة المجالات القريبـــة من الارض والمجالات الفضائية ، واهداف اخرى) حتى اصطدم العلماء بظاهرة غير مألوفة بالنسبة لهم ولكن معروفة جيدا للبحارة والطيارين . انها الانحراف المغنطيسى الموجود فى كل مكان : التأثير المتأتى من المجـــالات المغنطيسية لاجهزة السبوتنيك . وكان يتمثل «بجميـــع اوجهه» - من الحديد اللين ، ومن المغنطيسات الدائمـــة ، ومن الاسلاك الكهربائية . وشرع اخصائيو التكنيك الفضائى فى الحال بدراسة اسس الشؤون البوصلية وطرائق تحديد الانحراف والقضاء عليه . وتطلّب الامر مراجعة معادلات بواسون الاساسيـــة وطرائق آرى وسميث وكولونغ والتكنيكى الكهربائى دوبروف ، وتطلب الامر تكييف هذا كله مع الحالة الجديدة غير النموذجية .

اولا ، ان مرد ذلك الى ان الانحـــراف فى السبوتنيك يتغير بطريقة اكثر صعوبة على التنبؤ بها مما فى السفينة او فى الطائرة (بسبب تعقد الحركة فى الفضاء ، والمدى الكبير لتغير مجال الارض المغنطيسى اثناء الطريق ، والتنوع الشديـــد لعمل اجهـــزة السبوتنيك) ؛ ان تحديده وتخفيفه يمكن القيام بهما فقط قبل اطلاق السبوتنيك ، بينما يستحيل القيام بذلك اثناء التحليق ؛ لناخذ فى الحسبان ايضا انه توجد فى السبوتنيك ، غير الكبير الحجم نسبيا ، حرية محدودة للغايـــة فى اختيـــار مكان ملائم لاجهزة قياس المغنطيسية . وبحكم جميع هذه الملابسات اضطروا لاخراج اجهزة

المرسلات لقياس المغنطيسية على قضبان طويلة ، بعيدا الى خارج جسم السبوتنيك حيث يمكن اهمال قيمة الانحراف .

ثانيا ، ينبغى احيانا ليس فقط تخفيف الانحراف العادى ، بل التوصل الى تخفيف نسبة التمغنط العام للسبوتنيك بغية تقليل تأثيره المضر على حركة السبوتنيك . ومن اجل استقصـــاء العزم المغنطيسى المتبقى فى السفن الفضائية يستخدمون مناصب ووحدات خاصة ، بينما يخففونه بواسطة مجموعات خاصة ذات مغنطيســـات مبيدة .

وقصارى القول ، لقد اعطى التكنيك الفضائى دفعة جديدة لتطور نظرية الانحراف .

فى بداية الستينـــات اخذوا يستخدمون اكثر فاكثر وسائل مغنطيسية لا تقوم فقط بتعيين اتجاهات السبوتنيك بل تقود حركته ايضا . ان اعضاءها التنفيذية ليست سوى «مغنطيسات كبيرة» ، اى اجهزة تولّد عزما مغنطيسيا على متن السبوتنيك .

لقد عملت حتى الوقت الحاضر فى الفضاء مئات السبوتنيكات المجهزة بوسائل توجيه مغنطيسية – سوفييتية ، واميركية ، ومن بلدان اخرى . وهى تتميز بامكانيات عمل غنية . والوسائل ذات «الابر المغنطيسية» الموجّهة «تهدّئ» القمر الصناعى باطفائهـــا السرعات الزوائية الاولية التى تظهر بنتيجة انفصاله عن الصاروخ الناقل . وهى تؤمن الانعطافات الفضائية ، وتحافظ على الوضعيـــة المطلوبة ، و«تساعد» سائر منظومات التوجيـــه ، الخ . وهذه الوسائل بسيطة ، ومأمونة ، وتتطلب نفقات غير كبيرة من الطاقة الكهربائية ، وهى رخيصة نسبيا .

ان الارض ليست الجسم السماوى الوحيد فى الكون ، الذى يملك مجالا مغنطيسيا . بل وحتى المجالات المغنطيسية للفضـــاء الكونى ، الضعيفة فى تصورنا الحالى ، ليست عقبـــة فى طريق استخدامها .

وسيأتى زمن تصبح فيه السفن الفضائية تحلق مسترشـــدة بـ «الموجات المغنطيسية» والى اماكن بعيدة عن كوكبنا الارضى .

ان تاريخ الابر المغنطيسية العجيبة لم ينته بعد !

محتويات

الى القراء

ان دار التقدم تكون شاكرة لكم اذا تفضلتم وابديتم لها ملاحظاتكم حول موضـــوع الكتاب وترجمته ، وشكل عرضه ، وطباعته ، واعربتم لها عن رغباتكم .

العنوان : زوبوفسكي بولفار ، ١٧
موسكو ، الاتحاد السوفييتي



«لغز حجر الشيطان»

البوصلة اختراع عجيب لعب دورا هائلا فى تاريخ البشرية ، تم بواسطته فى حقيقة الامر استقصاء ودراسة الكرة الارضية بأسرها ، واحداث الكثير من النظريات الفيزيائية والاكتشافات .

ان صفحات هذا الكتاب المشوق تتحدث عن تاريخ هذا الاختراع ، وعن اهميته بالنسبة لنشوء وتطور العديد من اتجاهات العلم والتكنيك ، وعن القسط الكبير الذى اداه علماء مختلف البلدان فى العلم المتعلق بمغنطيسية الارض ، وعن مشاهير البحارة والرحالة الذين يرتبط مصيرهم واكتشافاتهم ارتباطا وثيقا بالبوصلة ، وبالطبع عن التغيرات الرائعة التى طرأت على البوصلة منذ ولادتها حتى أيامنا هذه .

